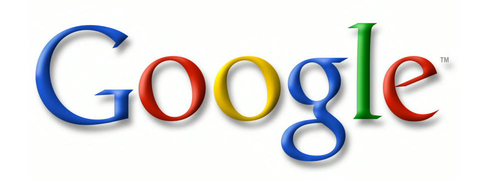
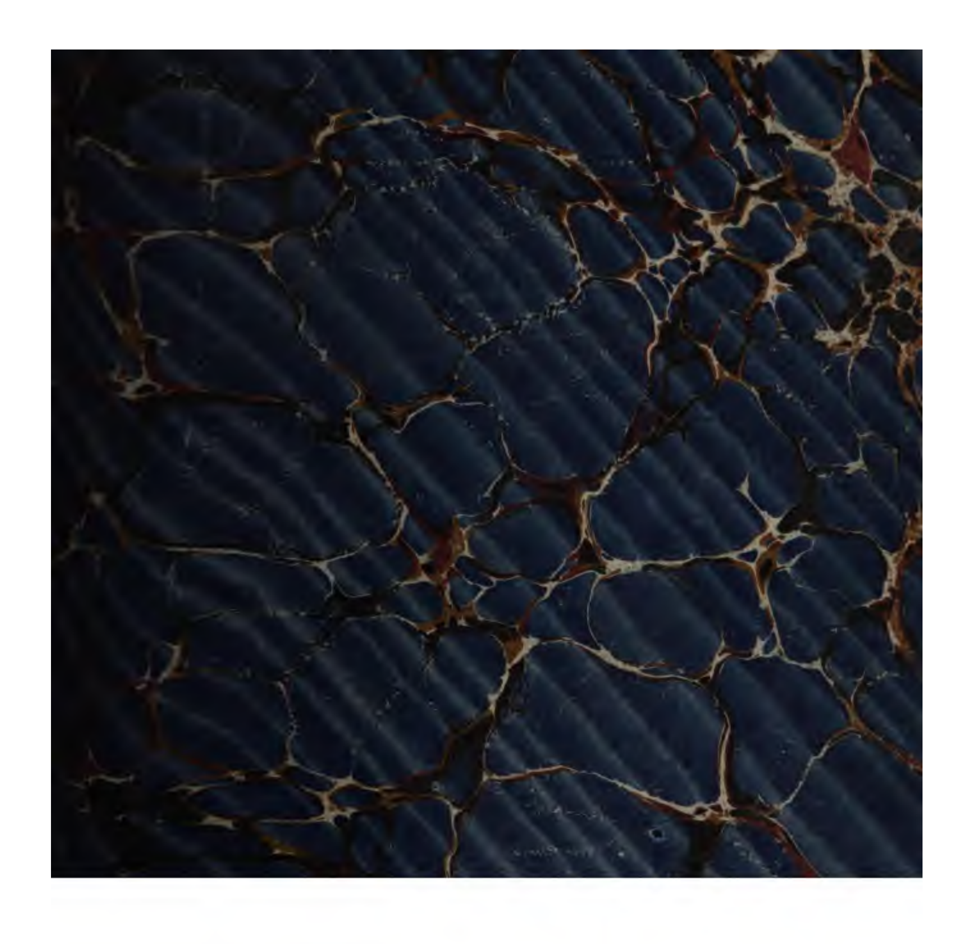



SE TAIRE ET FAIRE



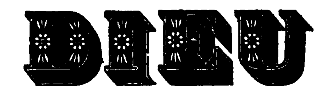


DIEU,

L'HOMME ET LE MONDE.

III.

IMPRIMERIE DE BEAU, A SAINT-GERMAIN-EN-LAYE.



L'HOMME ET LE MONDE

CONNUS

PAR LES TROIS PREMIERS CHAPITRES DE LA GENÈSE,

OU

NOUVELLE ESQUISSE D'UNE PHILOSOPHIE POSITIVE

Au point de vue des Sciences dans leurs rapports avec la Théologie.

COURS DE PHYSIQUE SACRÉE

ET DE COSMOGONIE MOSAÏQUE,

Professé à la Sorbonne de 1845 à 1848;

PAR F.-L.-M. MAUPIED,

CHANOINE DE REIMS, DOCTEUR ÈS-SCIENCES, EX-PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE EN SORBONNE,
DIRECTEUR SUPÉRIEUR DE L'INSTITUTION SAINTE-MARIE-DE-GOURIN, ETC., ETC.

TOME III,

Dédié à Mgr Jacques-Jean-Pierre LE MÉE, Evêque de Saint-Brieuc, Comte du Saint-Empire, Assistant au trône Pontifical, etc.

PARIS,

MAISON MÉQUIGNON JUNIOR,

J. LEROUX ET JOUBY, SUCCESSEURS,

LIBRAIRES DE LA FACULTÉ DE THÉOLOGIE,
Rue des Grands-Augustins, 7.

1851

DÉDICACE.

A

MONSEIGNEUR JACQUES-JEAN-PIERRE LE MÉE,

Évêque de Saint-Brieuc, Comte du Saint-Empire, Assistant au trône pontifical, etc.

Monseigneur,

Il y aura bientôt vingt ans que, par votre conseil ami, j'entrepris les études scientifiques que la Providence m'a aidé à continuer. Lorsque je fus promu au sacerdoce, tout en me proposant d'accepter une chaire soit au grand, soit au petit séminaire de Saint-Brieuc, vous me conseillâtes encore de poursuivre mes études scientifiques à Paris. En m'offrant, comme évêque, la chaire de philosophie, vous voulûtes bien, à la prière de M. de Blainville, mon illustre maître, me laisser continuer avec lui les travaux que nous avons publiés ensemble. Depuis vous m'avez toujours laissé le loisir de continuer des études que j'aimais pour la sainte Église et la gloire de Dieu. Enfin, c'est à votre invitation que je suis venu fonder, au centre de la Bretagne, l'humble école Sainte-Marie-de-Gourin, où je tâche d'utiliser, au profit de la jeunesse, le peu de connaissances que j'ai pu acquérir par les études vers lesquelles votre conseil m'avait dirigé.

Dans les questions que vous avez proposées à traiter dans les

conférences ecclésiastiques du diocèse de Saint-Brieuc, vous avez, Monseigneur, indiqué les problèmes de la géologie. Vous avez bien voulu me dire votre sentiment sur ces problèmes; vous n'acceptez pas, et avec raison scientifiquement comme théologiquement, tous ces systèmes où l'imagination a plus de part que la vraie science, et qui torturent de mille façons diverses le texte sacré des saintes Écritures. Vous regardez comme seule doctrine géologique acceptable, et comme seule digne de la toute-puissance du Créateur, celle qui interprète les faits géologiques dans les limites du sens le plus littéral de la Genèse.

Telle est aussi, Monseigneur, la doctrine que je me suis proposé de développer et de soutenir dans ce livre, d'accord en cela avec plusieurs grands maîtres de la science, et en particulier avec mon très-regretté maître, M. de Blainville, ce si illustre paléontologue. Ce livre, écrit et professé en Sorbonne, est, dans ma pensée actuelle, destiné à compléter les études philosophiques de la jeunesse qui nous est confiée.

Pour tant de raisons, Monseigneur, je suis heureux que vous daigniez en accepter la dédicace. Ce sera pour l'école Sainte-Marie-de-Gourin un nouveau gage de votre bienveillance. Sous votre patronage il portera d'heureux fruits et servira, j'ose l'espérer, à rectifier bien des préjugés, à ramener les esprits qui cherchent la vérité, sans passion, dans des voies plus droites parce qu'elles sont plus simples et plus naturelles; puisqu'en effet la science ne doit être que la démonstration du bon sens.

Daignez donc recevoir, Monseigneur, avec cette dédicace, l'hommage de mon profond respect.

De Votre Grandeur

Le très-humble et très-obéissant serviteur,

F.-L.-M. MAUPIED.

Sainte-Marie-de-Gourin, 8 septembre, Nativité de la très-sainte Vierge, 1851.

AVERTISSEMENT.

Il y a déjà plusieurs années que la publication de ce volume était attendue et sollicitée par tous les hommes sérieux que j'ai eus pour amis dans la science et dans le monde théologique.

On savait par mon enseignement public, et par les publications partielles que j'ai faites sur ce sujet, que j'étais loin d'embrasser les systèmes géologiques à la mode; on savait que je ne craignais pas de les combattre, pour leur substituer ce qu'il y a de positif dans la science, ce qui peut conduire à une conception rationnelle et qui ne fût en opposition avec aucune des autres sciences. On ne doit point, en effet, s'attendre à trouver ici la copie et la répétition de toutes ces hypothèses plus ou moins singulières, qui se réimpriment tous les jours en changeant de nom d'auteurs. Mais si nous sommes en opposition avec les systèmes en vogue, nous croyons aussi être fondés en raisons graves et sérieuses, dont les lecteurs impartiaux jugeront.

D'ailleurs nos conclusions sont appuyées sur les travaux des plus grands maîtres. Les cours et mémoires de M. Constant Prévost sont l'un de mes points d'appui. Les cours, les publications de mon illustre et à jamais regrettable maître, M. de Blainville, et par-dessus tout ses savantes conversations, sont un autre appui. M. de Blainville a eu connaissance de ce travail, il en acceptait le fond, conforme d'ailleurs, aussi bien que les plus importantes

conclusions, avec ce qu'il pensait et ce qu'il espérait démontrer dans sa grande Ostéologie, que la mort ne lui a malheureusement pas permis de terminer.

Je dois aussi remercier mon excellent ami, M. l'abbé Sorignet, curé de Vernonnet, autrefois mon collègue de professorat et d'études géologiques. Savant aussi modeste que généreux, uniquement intéressé à la vérité, après avoir étudié à fond le bassin géologique de la Seine, sa position l'a conduit à étudier aussi soigneusement les terrains de Normandie, et il y a recueilli une riche collection de fossiles, du sous-règne des actinozoaires et particulièrement des échinides, sur lesquels il a publié une intéressante monographie. Il a mis à ma disposition ses nombreuses recherches dans les différents auteurs qui ont écrit sur la géologie. Comme ses vues sont conformes aux miennes, je n'ai eu presque rien à changer aux matériaux qu'il m'a fournis pour les employer. Ce travail nous est donc, pour ainsi dire, commun. Je suis heureux de rendre ici justice à sa science, à ses intentions si pures, à son mérite si distingué et pourtant si méconnu. Nos désirs à l'un et à l'autre seront remplis, si nous avons pu contribuer à rendre quelque service à la sainte cause de la vérité, que l'Église seule possède et enseigne pure.

DIEU,

L'HOMME ET LE MONDE,

CONNUS

PAR LES TROIS PREMIERS CHAPITRES DE LA GENÈSE.

Cours d'Écriture sainte à la Sorbonne 1847-1848.

TROISIÈME PARTIE.

LA COSMOGONIE MOSAIQUE DANS SES RAPPORTS AVEC LA GÉOLOGIE ET AVEC L'HISTOIRE CRITIQUE DE CETTE SCIENCE.

PREMIÈRE LEÇON.

« Le globe immense de la terre nous offre, à la surface, des hauteurs, des profondeurs, des plaines, des mers, des marais, des fleuves, des cavernes, des gouffres, des volcans, et, à la première inspection, nous ne découvrons en tout cela aucune régularité, aucun ordre. Si nous pénétrons dans son intérieur, nous y trouverons des métaux, des minéraux, des pierres, des bitumes, des sables, des terres, des eaux et des matières de toute espèce, placées comme au hasard et sans aucune règle apparente ; en examinant avec plus d'attention, nous voyons des montagnes affaissées (1), des rochers fendus et brisés, des contrées englouties, des îles nouvelles, des terrains submergés, des cavernes comblées ; nous trouvons des matières pesantes souvent posées sur des matières légères, des corps durs, environnés

(1) Senec. quæst., lib. VI, cap. 21. Strab. géog., l. I. Oros., l. II, cap. 19. *Hist. de l'Acad., des sc.* 1708, pag. 23.

de substances molles, des choses sèches, humides, chaudes, froides, solides, friables, toutes mêlées, et dans une espèce de confusion qui ne nous présente d'autre image que celle d'un amas de débris et d'un monde en ruines. »

« Cependant nous habitons ces ruines avec une entière sécurité; les générations d'hommes, d'animaux, de plantes, se succèdent sans interruption, la terre fournit abondamment à leur subsistance; la mer a des limites et des lois, ses mouvements y sont assujettis; l'air a ses courants réglés, les saisons ont leurs retours périodiques et certains, la verdure n'a jamais manqué de succéder aux frimas; tout nous paraît être dans l'ordre; la terre, qui tout-à-l'heure n'était qu'un chaos, est un séjour délicieux, où règnent le calme et l'harmonie, où tout est animé et conduit avec une puissance et une intelligence qui nous remplissent d'admiration, et nous élèvent jusqu'au Créateur (1). » Ainsi parle Buffon, le vrai fondateur de la géologie positive, dont l'objet est l'histoire naturelle de la terre.

Or, nous ne connaissons qu'une très-faible partie de la surface de la terre, et l'épaisseur dans laquelle nous avons pénétré n'est pas comparable à sa masse. Cependant tout prouve que nos observations arrivent jusqu'au noyau primitif sur lequel furent créés les végétaux et les animaux.

La première chose qui se présente à la surface de la terre, c'est l'immense quantité d'eau qui couvre la plus grande partie du globe; or, en considérant le fond de la mer, nous y remarquons autant d'inégalités que sur la surface de la terre; nous y trouvons des hauteurs, des vallées, des plaines, des profondeurs, des rochers, des terrains de toute espèce, des chaînes de montagnes dont les sommets forment les îles.

La mer est peuplée d'une multitude d'animaux et de plantes; son sol est de sable, de gravier, souvent de vase, de rochers, et partout il ressemble à la terre que nous habitons.

Les eaux des mers sont dans une agitation perpétuelle, qui soulève leur masse jusque dans leurs profondeurs, et qui a duré et durera autant que la lune et le soleil qui en sont les causes. Nous y remarquons en outre des courants rapides qui semblent

(1) Buffon, *Hist. et théorie de la terre.*

se soustraire au mouvement général, pour se porter dans des directions diverses.

Là sont les contrées orageuses des tempêtes; ici sont des mouvements intestins, des bouillonnements, des trombes et des agitations extraordinaires, causées par des volcans sous-marins; plus loin sont des gouffres qui semblent attirer les vaisseaux, ou d'immenses plaines tranquilles, toujours calmes, et non moins redoutées du nautonier; enfin, des glaces énormes se détachent des continents des pôles, et viennent, comme des montagnes flottantes, voyager et se fondre jusque dans les régions tempérées.

La partie sèche du globe, à son tour, offre une différence prodigieuse entre les climats, les variétés de terrains, les inégalités de niveau. Les grandes chaînes de montagnes sont plus voisines de l'équateur que des pôles; elles ont des directions constantes. Les collines opposées ont toujours à très-peu près la même hauteur, et, en général, les montagnes occupent le milieu des continents, et partagent dans la plus grande longueur les îles, les promontoires et les autres terres avancées. La direction des grands fleuves est presque toujours perpendiculaire à la côte de la mer, dans laquelle ils ont leur embouchure, et parallèle aux grandes chaînes de montagnes dans lesquelles ils prennent leur source.

La mer est bornée par des rochers, des marbres et d'autres pierres dures, ou bien par des terres et des sables qu'elle a elle-même accumulés, ou que les fleuves ont amenés; les côtes voisines et séparées par un petit bras de mer, sont le plus souvent composées des mêmes matières, et les lits de terre sont les mêmes de l'un et de l'autre côté.

Les volcans se trouvent le plus souvent dans les hautes montagnes, quelquefois aussi dans les plaines; un grand nombre sont entièrement éteints; et quelques-uns de ceux en activité paraissent avoir des correspondances souterraines, et leurs explosions se font quelquefois en même temps. Beaucoup sont sous la mer.

Ici sont des fleuves et des torrents qui se perdent tout-à-coup, et paraissent se précipiter dans les entrailles de la terre; là est une mer intérieure où se rendent cent rivières, qui y

portent de toutes parts une énorme quantité d'eau et de matériaux divers, sans paraître l'augmenter.

La première couche qui enveloppe le globe est partout de même substance ; c'est un composé de parties animales et végétales détruites, c'est l'humus ou terre végétale. Au-dessous, sont des couches de sable, de pierre à chaux, d'argile, de coquillages, de marbre, de gravier, de craie, de plâtre, etc. Ces couches sont le plus souvent parallèles ; elles se trouvent quelquefois brisées par des fentes perpendiculaires. Dans l'intérieur de la terre, sur la cime des monts, et dans les lieux les plus éloignés de la mer, on trouve des coquilles, des squelettes de poissons de mer et d'eau douce, d'animaux fluviatiles et terrestres, des plantes marines, fluviatiles et terrestres, plus ou moins semblables aux animaux et aux plantes qui vivent actuellement dans la mer ou sur la terre.

Ces débris sont incorporés à la substance même de la pierre qui les renferme, ils en font partie.

Tel est l'ensemble général des phénomènes et des faits qui constituent l'histoire de la superficie de la terre, tel que Buffon l'avait parfaitement résumé. Or, ce n'est autre chose que l'histoire de la décomposition du globe primitivement créé et de la destruction successive des êtres organisés, dont les débris, immobilisés par les lois générales de la matière luttant contre celles de la vie, viennent accroître continuellement l'enveloppe superficielle du globe, en en changeant la forme.

C'est à tort, en effet, qu'on a voulu comparer la terre à un être vivant, en lui appliquant les lois des êtres vivants. Cette idée malheureuse, de tout point inadmissible, a conduit à toutes les erreurs des faux systèmes en géologie, et par suite à des théories à jamais insolubles.

La terre est, sans doute, un corps naturel créé, mais c'est un corps brut, composé, dans sa masse propre, de toutes les substances minérales, soumis par là même, tant intérieurement qu'extérieurement, aux lois de la décomposition et de la recomposition moléculaire et continuelle par l'action des fluides incoercibles qui pénètrent et saturent sa masse, et de tous les agents physiques qui l'entourent; soumis en outre aux lois de la gravitation universelle, et en subissant les influences modifica-

trices et même décomposantes; puisque c'est de là que provient le mouvement des eaux et même de l'atmosphère, dont personne n'ignore l'action destructive sur la superficie du globe; en un mot, la nature de la terre, sa position dans l'espace, les lois de ses mouvements, les divers milieux qui l'entourent constituent pour elle des causes de modification et de décomposition d'autant plus insaisissables qu'elles sont plus nombreuses, plus irrégulières, et variables dans leurs effets, leur nature et leur intensité, suivant les lieux, les temps et les circonstances. Il n'en est pas de même des êtres organisés; ils ont une forme déterminée et fixe pour un but également déterminé, et, par conséquent, des lois fixes dans leur production, leur développement et leur fin. C'est ce qui fait que l'histoire naturelle de ces êtres est une histoire de fonctions et d'actes pouvant être rigoureusement systématisés, tandis que l'histoire de la terre, être naturel sans organes, et, par conséquent, sans fonctions et sans actes, n'est qu'une suite de modifications, de décompositions et de recompositions continuellement variables comme leurs causes; c'est une histoire de destruction et de ruines, à l'aide desquelles il faut remonter d'une part à son état originel, et descendre de l'autre de son état actuel à la prévision de son état futur. Or, ici la difficulté est d'autant plus grande que les lois de la destruction varient suivant la nature des éléments chimiques et des agents qui les désagrégent dans chaque partie du globe; c'est ce qui fait que la géologie ne pourra être définitivement constituée qu'en étudiant à fond un certain nombre de bassins plus réguliers dans leur constitution, pour leur comparer les bassins exceptionnels et arriver par là à trouver les causes de l'exception même. Si la géologie était arrivée à ce point culminant, ce serait une science définitivement constituée; mais il s'en faut beaucoup qu'il en soit ainsi, comme nous le verrons par son histoire.

Quoi qu'il en soit, il est évident qu'ici, comme en toute science, la seule, l'unique marche logique qui puisse satisfaire l'esprit est celle qui procède toujours par l'observation du connu à l'inconnu, et, par conséquent, en géologie, du présent au passé. C'est pour n'avoir pas tenu compte d'une règle si sûre que l'imagination, livrée à elle même, dans un champ si diffi-

cile à parcourir, et forcée pendant longtemps de suppléer aux observations qui lui manquaient pour l'éclairer dans ses efforts ou l'arrêter dans ses écarts, a enfanté un si grand nombre d'hypothèses ingénieuses ou bizarres, mais toutes éphémères, que les hommes sérieux et de bon sens ont, dit justement M. C. Prévost (1), considéré comme plus nuisible qu'utile une étude qui conduisait à de tels résultats.

La géologie commence heureusement à sortir de cette direction vagabonde pour entrer dans la voie positive que nous lui assignions tout-à-l'heure; aussi pouvons-nous la définir maintenant en termes qui expriment ce que nous venons d'exposer.

La Géologie (γῆ, terre, λόγος, science); est la science de la terre dans son état actuel, sa structure, sa composition, la disposition de ses parties, ses changements et ses modifications, sous l'influence des êtres divers qui la peuplent et des lois générales et particulières de l'ensemble harmonique de l'univers, pour arriver à connaître l'origine et le passé de notre globe et à prévoir son avenir.

En acceptant cette définition on ne sera plus, comme par le passé, contraint de regarder la géologie comme une science exceptionnelle, en dehors de la science générale, dans laquelle elle rentre, au contraire, pour se lier à toutes les autres branches de nos connaissances, et faciliter la grande synthèse des principes propres à chacune d'elles.

Déjà, en effet, par notre définition, la géologie prend rang parmi les sciences qui traitent des êtres naturels, dont elle fait partie; comme ces sciences, elle se sous-divise en deux grandes branches intimement liées, dont l'une recueille et constate les faits étudiés en eux-mêmes à l'état statique; elle a reçu le nom de *géognosie* (γῆ, terre, γνῶσις, connaissance); l'autre cherche à expliquer les faits et les phénomènes constatés, par les causes et les lois connues qui en produisent de semblables ou d'analogues, elle a reçu le nom de *géogénie* (γῆ, terre, γένος, naissance, origine).

Mais comme il est impossible d'isoler tous les faits des conséquences immédiates qui en dérivent, ces deux branches con-

(1) Art. *Géol. Dic. univ. d'Hist. nat.*

courent dans une seule science, la géologie qui, dans l'acception large qui lui convient maintenant, doit embrasser l'universalité des faits qui peuvent éclairer sur l'histoire de la terre; science complexe qui, sans cesse, doit mettre en œuvre et combiner les résultats des diverses branches des connaissances humaines. Basée sur l'observation, intimement liée à toutes les autres sciences physiques, et même historiques et morales, elle fournit aussi à chacune des documents précieux.

La Géognosie ou *géologie statique* a deux parties : l'étude du *sol*, de la superficie du globe, de ce qu'on a appelé *écorce, enveloppe corticale, sol de remblai*, et l'étude du noyau primitif qui a dû servir de base aux phénomènes aqueux ou ignés qui ont produit les accidents de la surface ou du sol, résultats de la décomposition partielle du noyau.

Or, pour connaître complétement les matériaux constituants du sol, et pour arriver à faire l'histoire de celui-ci, il est nécessaire d'étudier ces matériaux sous trois points de vue isolés et indépendants les uns des autres. De quelle nature sont-ils? Comment ont-ils été formés? Quel est leur âge relatif? Ce qui nous conduit à déterminer la valeur de certains termes qui répondent à ce que dans les sciences des êtres organisés on appelle la nomenclature des parties. Nous suivrons en ce point, comme en beaucoup d'autres, le savant professeur de géologie de la Faculté des sciences, M. C. Prévost.

La première chose à connaître pour le géologue, c'est ce que l'on doit entendre par *roche*.

Les roches sont les matériaux essentiels et élémentaires du sol, classés uniquement d'après leurs caractères minéralogiques ou physiques inhérents ; des matériaux semblables constituent des roches semblables; ainsi on appelle *roches feldspathiques* toutes celles où prédomine le feldspath ; *roches granitiques*, celles qui renferment les matériaux du granit; *roches calcaires*, celles où prédomine le carbonate de chaux ; *roches argileuses*, celles où prédomine l'argile, etc. Comme on le voit, les substances désignées sous le nom de roches, sont des associations déterminées d'un nombre fort restreint de minéraux simples, auxquels viennent se joindre quelques autres minéraux parasites, mais toujours d'après certaines lois fixes.

Ces éléments ne sont pas particuliers à certaines roches. Ainsi le quartz (acide silicique), le feldspath et le mica, qui constituent essentiellement le granit, se retrouvent isolés, ou combinés deux à deux dans un grand nombre de roches. De même aussi le mélange des matériaux de plusieurs roches forme des roches composées, qui tirent leur nom des substances prédominantes; par exemple, les *roches argilo-calcaires*, composées d'argile et de calcaire; ou bien les roches sont formées de fragments anguleux ou roulés d'autres roches ; les *brèches*, les *poudingues*, sont dans ce cas.

D'après le caractère physique, les roches prennent le nom de *cristallines*, quand elles affectent une cristallisation quelconque ; *sédimentaires*, quand elles sont le résultat compacte d'un dépôt lent et tranquille; de *schisteuses* ou *lamellaires*, quand leur structure est par lames ou feuillets; de *stratifiées* ou *non stratifiées*, suivant qu'elles sont en couches superposées ou non; de *compactes*, quand elles n'offrent aucune division apparente.

I. *Roches siliceuses.*

Corps composés d'acide silicique ou silice, soit seul, soit combiné avec divers oxydes.

Ces roches appartiennent presque toutes aux terrains de cristallisation primitifs, primaires, et aux terrains d'origine évidemment ignée. Quelques-unes constituent à elles seules des roches simples en couches ou en masses plus ou moins considérables; d'autres entrent comme parties essentielles des roches composées; la plupart sont disséminées dans les roches cristallines.

1. *Silice,* acide silicique, infusible seule, insoluble dans les acides; fusible avec les alcalis caustiques; elle comprend :

1° Le *quartz,* qui n'est que de la silice quand il est pur; quand il est en cristaux plus ou moins transparents, il prend le nom de *quartz hyalin,* de couleur naturellement blanche, mais prenant toutes les nuances de jaune, violet, etc., par le mélange de substances étrangères; c'est à lui qu'appartiennent la plupart des pierres gemmes, les améthystes, les hyacintes, les topazes, les agates, les calcédoines, les jaspes, etc.

2° Le *silex* (pierre à fusil) est une calcédoine opaque, que l'on trouve en rognons blonds, jaunes, noirs, dans divers terrains.

On donne le nom vague de *quartz* à la même substance en masses

compactes, d'un blanc laiteux le plus souvent, et d'autres fois de couleur variable.

II. *Silicates.*

1° Le *feldspath,* ou *orthose*, est un silicate composé de silice, alumine, potasse, magnésie, chaux et oxyde de fer, variant dans leurs proportions. Il cristallise en prismes obliques rhomboïdaux ; ou en *masses*, qui se divisent facilement en plaques plus ou moins épaisses ; *lamellaire,* à grandes ou à petites facettes, et passant au saccharoïde ; *schisteux,* composé de feuillets plus ou moins épais. Son éclat est nacré et varie dans sa couleur du blanc sale au rose pâle, au vert, Il forme quelquefois à lui seul des couches plus ou moins épaisses, compactes ou lamellaires au milieu du gneiss ou d'autres roches schisteuses ; mais le plus souvent il entre comme partie constituante de diverses roches composées.—Le pétrosilex et les phonolithes, les perlites, sont des roches feldspalthiques.

2° L'*albite* est composée des mêmes substances que l'orthose et y ajoute de la soude ; elle est presque toujours blanche, quelquefois jaunâtre, verdâtre, rougeâtre. Elle fait la base de certaines basaltes, de plusieurs laves, et entre dans la composition de plusieurs roches.

3° Le *mica* est un silicate alumineux, dont la composition n'est pas bien connue. C'est une substance foliacée, divisible en feuillets minces, élastiques ; en écailles ; en fibres ou en paillettes. Son éclat est métalloïde, nacré, vitreux, et sa couleur varie du blanc au grisâtre, jaunâtre ; du noir au vert foncé, vert clair, au brun, au rouge ; du violet au rougeâtre, rouge de chair, etc.

Les micas appartiennent à tous les terrains de cristallisation, ils sont extrêmement abondants dans ceux qu'on nomme primitifs et primaires ou intermédiaires ; ils entrent dans la composition des granits, des gneiss, des micaschistes, des hyalomictes, des leptinites, et constituent en entier les schistes argileux. Ils font aussi partie de certaines roches calcaires schisteuses, des dolomies, des diorites, des trachytes, des basaltes et des laves, et sont disséminés dans les sables.

4° Le *talc,* que l'on confond souvent avec le mica, est un silicate de magnésie, avec oxyde de fer, traces de chaux, de potasse et d'alumine, et de l'eau. C'est une substance feuilletée, écailleuse ou compacte ; grisâtre, verdâtre ou blanche, d'un éclat soyeux, et douce au toucher ; non élastique, se laissant rayer facilement par l'ongle.

5° La *serpentine* (gophite, pierre ollaire), que l'on peut confondre avec les talcs compactes, est encore un silicate de magnésie, presque toujours sans alumine. C'est une substance compacte, quelquefois douce au toucher, tendre mais tenace, à cassure mate et d'un éclat

céroïde. Elle est ordinairement d'un vert obscur, plus ou moins foncé et jaunâtre, avec des nuances, des taches et des veines qui lui donnent l'apparence de la peau d'un serpent, d'où est dérivé son nom. — L'association de la serpentine avec le calcaire donne naissance aux roches appelées *cipolin*, *ophicalces*.

6° L'*ophiolite* est la serpentine enveloppant du fer oxydulé ou d'autres minéraux accessoires disséminés; la plupart des serpentines rentrent dans celle-ci.

7° La *diallage* est un silicate de magnésie avec oxyde de fer, à texture lamelleuse ou laminaire, tendre et à poussière douce; à couleur vert d'herbe satiné; ou métalloïde vert de bronze.

8° *Stéatite*, *talc-stéatite*, silicate de magnésie; substance compacte ou finement écailleuse, douce et grasse au toucher, et ne différant des talcs que par la présence de l'eau.

9° Les *pyroxènes* sont des silicates doubles de chaux, de magnésie, de protoxyde de fer, etc.; substances blanches, vertes ou noires, cristallisant en prismes rectangulaires obliques. Ils se présentent en masses granulaires, lamellaires ou plus ou moins compactes; mais le plus souvent disséminés dans les micaschistes, les schistes, les calcaires schisteux, les dolomies, les produits volcaniques, etc.

10° Les *amphiboles* sont des silicates doubles de magnésie et de chaux, cristallisant en prismes rectangulaires obliques; substances blanches ou verdâtres, ou d'un vert intense passant au noir; à texture compacte, granulaire, fibreuse (l'asbeste, ou amiante) fibro-schisteuses. Les schorls verts, les hornblendes, l'amphibolite, l'actinote, sont des amphiboles.

11° L'*obsidienne* est un silicate d'alumine, avec soude, potasse, oxyde de fer, etc. C'est une substance vitreuse, noire ou noirâtre, rarement verte. Elle se rencontre surtout dans les produits ignés; il en est de même de la *perlite* qui est aussi un silicate d'alumine, plus ou moins vitreux, à texture testacée, formé de globules accumulés les uns sur les autres.

12° La *ponce* est une roche analogue aux obsidiennes et aux perlites; elle est caractérisée par sa légèreté, sa structure celluleuse, à cellules ou pores plus ou moins allongés; elle se rencontre dans les produits volcaniques.

II. *Roches charbonneuses et calcaires.*

1° Le *carbone*, élément de tous les charbons et de tous les carbonates, ne se rencontre pur et dans toute sa simplicité chimique que dans les diamants.

2° Le *graphite* ou la *plombagine* est du carbone sali par une très-

petite quantité d'oxyde de fer, et quelquefois mélangé de matière terreuse; en sorte que ce n'est que du carbone à un autre état d'agrégation moléculaire que dans le diamant. C'est une substance gris de plomb ou gris de fer, d'un éclat métallique; douce au toucher, tachant les doigts en gris de plomb. On distingue les variétés écailleuse, schistoïde, compacte et terreuse; cette dernière noire, sans éclat à la surface, mais prenant l'éclat métallique par le frottement, se rencontre en assez grande abondance dans les landes des Houssas, commune de la Poterie près Lamballe (Côtes-du-Nord) où je l'ai observée; on y trouve aussi la variété compacte.

3° L'*anthracite* est un carbure d'hydrogène; noire, opaque, tendre, sèche au toucher, sa poussière a l'odeur du charbon. L'anthracite brûle avec difficulté sans flamme ni fumée; on rencontre cette substance dans les terrains intermédiaires, en rognons; en masses solides très-brillantes, sonores, à cassure conchoïde; en feuillets ou schistes; en fragments granulaires agglutinés; à l'état fibreux et terreux. Ce pourrait bien n'être qu'une modification de la houille, ou des lignites d'où le bitume aurait disparu.

4° La *houille* est une substance charbonneuse noire, opaque, tendre, s'allumant et brûlant avec facilité, avec flamme, fumée et odeur bitumineuse, fondant et se boursouflant pendant la combustion. Elle donne à la distillation des matières bitumineuses, de l'eau, des gaz, souvent de l'ammoniaque, et laisse un charbon brillant et celluleux. La présence de l'azote, qui provient surtout des produits animaux, devrait peut-être faire admettre que les animaux ont concouru autant que les végétaux à la formation de la houille, à moins qu'avec quelques auteurs on ne considère les houilles comme purement inorganiques, ce qui paraît peu probable.

Les houilles se rencontrent en rognons, en filons, en fragments, en masses schisteuses et compactes, alternant avec des couches arénacées et argileuses.

On appelle *stipite* une variété de houille sèche ou maigre qu'on trouve dans des dépôts regardés comme au-dessus de la houille, et qui serait un intermédiaire entre la houille et la substance suivante.

5° Les *lignites*, ou bois bitumineux, sont une matière noire ou brune, opaque, s'allumant et brûlant avec facilité, avec flamme, fumée noire, odeur bitumineuse et souvent fétide, et sans boursouflement; donnant à la distillation des matières bitumineuses, de l'eau chargée d'acide acétique et laissant un charbon brillant, compacte, qui conserve la forme des fragments employés; le goudron qu'on en obtient ne donne pas de *naphtaline* comme dans la houille. On y trouve encore les traces du bois et le tissu des plantes dicotylédones; elle se présente encore en matière compacte ou schistoïde et lamellaire.

C'est surtout dans les terrains tertiaires que les lignites sont abondants.

6° Les *bois altérés* ou *bitumineux* sont des matières brunâtres, à tissu ligneux, s'allumant avec facilité, brûlant comme le bois ordinaire en donnant une fumée piquante qui fatigue les yeux, et dégageant une odeur bitumineuse. Les tissus sont en général ceux des plantes dicotylédones; on les rencontre dans les parties superficielles des terrains tertiaires et modernes et dans quelques dépôts de véritables lignites, auxquels ils passent par toutes les nuances.

7° La *tourbe* est une matière charbonneuse, brune, plus ou moins foncée; quelquefois assez homogène, le plus souvent remplie de débris visibles d'herbes sèches, brûlant facilement avec ou sans flamme, en laissant une braise très-légère; donnant à la distillation de l'acide acétique ou pyroligneux, une matière huileuse et des gaz. — On distingue la tourbe compacte à cassure luisante et résineuse; et la tourbe grossière composée de fragments de plantes visibles. — Elle se présente en grands amas dans les pays marécageux.

On voit par ce qui précède qu'il y a un passage et des analogies frappantes de composition et de structure entre les anthracites, les houilles, les lignites, les bois altérés et les tourbes.

Les *carbonates* sont des corps solides, solubles dans les acides, les uns à froid, les autres à chaud, et dégageant alors du gaz acide carbonique avec une effervescence plus ou moins vive.

1° Le *calcaire* ou *carbonate de chaux* est une des substances les plus répandues dans l'écorce du globe. On le distingue par sa propriété de se dissoudre avec effervescence dans les acides, et de se réduire en chaux vive par la calcination. Lorsqu'il est cristallisé, on le reconnaît à son triple et facile clivage en fragments rhomboïdaux, et à l'éclat vitreux qui lui est propre. Les masses laminaires limpides sont connues sous le nom de *spath d'Islande;* elles possèdent la double réfraction à un haut degré. On appelle *aragonite* un carbonate de chaux à cassure vitreuse et non lamelleuse dont les premiers échantillons ont été trouvés dans le royaume d'Aragon, en Espagne.

Le calcaire commun, qui est le plus abondant, peut être envisagé sous le double point de vue des variétés de formes et des variétés de structure.

Variétés de forme. Les *stalactites* (σταλακτος, qui distille) sont des calcaires en forme de culs de lampes qui résultent de l'infiltration d'un liquide chargé de particules calcaires à travers les voûtes des cavités souterraines, à la manière des aiguilles de glaces qui se forment l'hiver au bord de nos toits.

Les *stalagmites* (σταλαγμοσ, distillation); une partie du liquide qui forme les stalactites, en tombant de la voûte sur le sol des cavités,

y forme d'autres dépôts ordinairement mamelonnés qu'on appelle *stalagmites*. Celles-ci se joignent quelquefois avec les stalactites et forment alors des espèces de colonnes.

L'*albâtre* est fourni par les stalactites et les stalagmites dont la couleur varie du blanc jaunâtre au jaune de miel et au brun rougeâtre.

Le *calcaire coralloïde* est un calcaire à forme de corail.

Le *calcaire incrustant* recouvre les divers corps qu'on plonge dans les eaux qui apportent ce calcaire à la surface du sol, et qui le déposent sur leur passage ; les eaux d'Arcueil près de Paris, les eaux des bains de Tivoli près de Rome, de Saint-Philippe en Toscane, de Saint-Allyre en Auvergne, jouissent de cette propriété. Ces eaux recouvrent le sol sur lequel elles se répandent d'un sédiment poreux, plus ou moins grossier, qu'on appelle *tuf calcaire ;* le *travertin* des carrières de Tivoli, qui a servi à la construction des monuments de Rome, est un tuf calcaire.

Le *calcaire pseudo-morphique* dont les formes sont originaires de corps organisés, principalement de coquilles.

Variétés de structure ou *en masse.* Le *calcaire fibreux,* à fibres droites et soyeuses, dont on fait des bijoux en Angleterre.

Le *calcaire lamellaire* ou *saccharoïde* est un marbre à cassure brillante; c'est à lui que se rapportent les marbres statuaires de Paros et de Carrare ; il en existe aussi dans les Pyrénées françaises.

Le *marbre cipolin* est un calcaire saccharoïde veiné de talc verdâtre.

Le *marbre bleu turquin* est un calcaire coloré en bleu grisâtre.

Le *calcaire compacte*, à grain fin et à cassure terne, coloré diversement par des mélanges mécaniques, est celui qu'on emploie le plus habituellement sous le nom de marbre. Parmi les marbres unis, ou d'une seule couleur, on distingue le *jaune antique* et le *jaune de Sienne*, d'une teinte foncée, sans veines ni taches; *le rouge antique*, d'un rouge de sang; les marbres noirs de Dinan et de Saumur. Parmi les marbres veinés et tachetés : le *portor*, à veines jaunes sur un fond noir ; le marbre de Languedoc, rouge et blanc, le *cervelas* rouge foncé veiné de gris; le marbre *campan*, fond rouge, veiné de vert; le marbre *Saint-Aume*, fond noirâtre, veiné de gris et de blanc.

Les *lumachelles* sont des marbres coquilliers composés en tout ou en partie de débris de coquilles ou de madrépores. On distingue les *lumachelles* grise et noirâtre de Narbonne et de la Bourgogne ; la *lumachelle* jaune d'Astracan ; la *lumachelle, petit granit*, dont le fond noir est semé de petites tâches grises, rondes ou étoilées et qui sont des fragments d'encrines, qu'on emploie beaucoup à Paris et qui s'exploitent dans les environs de Mons.

Les *marbres brèches* sont composés de fragments de diverses couleurs, réunis par une pâte calcaire d'une teinte différente.

Le *calcaire compacte* jaunâtre, ou pierre lithographique, à cassure lisse et à grain très-serré, est susceptible de poli et s'emploie pour la lithographie.

Le *calcaire oolitique*, en grandes masses, composées de globules, assez gros communément, et quelquefois très-fins, formés de couches concentriques, résultat de l'agitation des eaux dans lesquelles ils se sont déposés.

Le *calcaire crayeux* ou *la craie*, le plus souvent siliceuse; *blanche* ou grisâtre et sablonneuse, *tuffau;* verdâtre et marneuse, *glauconie*, craie chloritée.

Le *calcaire marneux* ou mélangé d'argile; c'est à cette variété qu'on rapporte le marbre uniforme de Florence.

Le *calcaire siliceux* est un calcaire blanc-gris, très-dur par la présence de la silice.

Le *calcaire grossier*, plus ou moins mélangé de sable, d'un jaune ou d'un blanc sale, à grain grossier et non susceptible de poli; c'est la pierre à bâtir des Parisiens; quand il est meuble et en grain sablonneux, on l'appelle *falhun, sablon*, et on l'emploie comme engrais (les sablons de Dinan en Bretagne).

2° La *dolomie* est un calcaire magnésien qui se rapproche beaucoup du calcaire ordinaire par ses caractères extérieurs; mais elle s'en distingue en ce qu'à froid elle ne fait qu'une effervescence très-lente dans les acides, et que sa solution précipite toujours abondamment par l'ammoniaque. On distingue la *dolomie lamellaire* en cristaux rhomboïdaux ou en masses lamellaires, son clivage est d'un éclat ordinairement nacré; la *dolomie grenue*, en masse composée de grains fins, de couleur blanche ou grise; la *dolomie compacte*, en masse compacte, homogène, à grain excessivement serré (la pierre à rasoir, dite pierre à l'huile).

3° La *sidérose* est un carbonate de fer, cristallisant dans le système rhomboédrique; elle se présente aussi sous forme lenticulaire; en rognons dans les argiles schisteuses, en mamelons dans les cavités des basaltes; en lamelles, en grains irréguliers, en masses grenues et oolitiques, etc.; se rencontrant en filons, dans les dépôts de basaltes, ou constituant des dépôts et des amas considérables.

Roches sulfureuses calcaires.

1° Le *soufre* se rencontre en nature dans le sol primitif et dans les terrains volcaniques, etc. A l'état d'acide sulfurique il entre dans la composition de plusieurs roches qui portent le nom de *sulfates*.

Les sulfates.

1° Le *gypse* (pierre à plâtre) est un sulfate de chaux hydraté, appelé aussi *sélénite*, *spath séléniteux*, etc. C'est une substance extrêmement tendre et divisible dans un seul sens, en lames minces quand elle est cristallisée. Légèrement soluble dans l'eau, le gypse, soumis à un feu modéré, se convertit en une substance blanche qu'on nomme plâtre; il est incolore ou jaunâtre. On distingue le *gypse soyeux* dont le tissu imite la plus belle soie; le *gypse lenticulaire*, en cristaux altérés, arrondis en lentilles, réunies et se pénétrant deux à deux, et présentant au clivage une sorte de fer de lance; le *gypse compacte* (albâtre gypseux) quelquefois translucide et d'un blanc de lait; avec celui de Toscane on fait des vases, des pendules, etc.; *le gypse grossier* (pierre à plâtre) composé de grains lamelleux, jaunâtre ou d'un blanc sale, souvent mêlé de calcaire.

2° *La karstenite* ou *gypse anhydre* est un sulfate de chaux qui ne contient pas d'eau; plus pur et plus pesant que le gypse ordinaire, ses cristaux se clivent dans trois directions rectangulaires.

3° La *barytine* est un sulfate de baryte, le plus souvent blanchâtre ou rougeâtre.

4° La *fluorine* est une chaux fluatée de couleurs assez souvent vives, cristallisant en cubes.

Sulfures.

1° La *galène* est un sulfure de plomb; substance métalloïde gris de plomb, cristallisant en cubes.

2° La *pyrite* est un sulfure de fer, jaune d'or, cristallisant en cubes.

3° L'*ampélite alunifère* est une argile schisteuse noire, abondante en fer sulfuré et en alun.

Roches ferriques.

1° L'*oligiste* est un peroxyde de fer, appelé fer oligiste; fer oxydé rouge; fer micacé; ocre rouge, suivant ses variétés. C'est une substance métalloïde gris de fer, ou non métalloïde de couleur rouge, toujours à poussière rouge plus ou moins brunâtre.

2° La *limonite*, fer hydraté; fer limoneux; minerai de fer en grains. C'est une substance non métalloïde, brune ou jaunâtre, toujours à poussière jaune, se mélangeant avec des argiles, des hydrates d'alumine, etc.

Telles sont les principales roches simples qu'il est plus nécessaire que le géologue connaisse; nous en avons résumé les principaux caractères, tous extrêmement vagues; l'habitude de la pratique peut seule conduire à quelque connaissance en ce point; nous ajouterons un mot sur les roches composées des précédentes.

Roches composées.

Les principales roches composées sont les suivantes :

1° Le *granit* est essentiellement composé de *quartz*, de *feldspath orthose* et de *mica*, réunis ensemble par petites parties assez uniformément entremêlées et formant des masses granulaires.

2° La *protogyne* est une sorte de granit, dans lequel la matière micacée n'a le plus souvent aucune élasticité, et se rapproche plus ou moins du talc et de diverses matières, confondues sous le nom de *chlorite*.

3° Le *pegmatite*, ou granit graphique, est composé de *feldspath orthose* et de *quartz*, qui se trouvent souvent réunis par espèces d'amas consécutifs ; ce qui au poli leur donne l'apparence de caractères hébraïques.

4° La *siénite* (granit rose d'Égypte) est composée de *feldspath, amphibole, quartz* et *mica ;* les deux derniers manquent quelquefois.

5° Le *diorite* est composé d'amphibole et de feldspath compacte, également disséminés. Sa couleur vert-noirâtre lui a fait donner le nom de *grunsteïn* (pierre verte) par les Allemands. Sa texture est granulaire, ou granitoïde, schistoïde, porphyroïde et orbiculaire.

6° Le *leptimite* est composé de grains de feldspath et de quartz s'atténuant pour donner à la roche une structure grenue très-fine, ce qui la distingue du pegmatite.

7° L'*eurite* ou pétrosilex est composé des mêmes éléments que le leptimite, mais à l'état compacte ; c'est une sorte de feldspath compacte mélangé, qui est la base des porphyres.

8° Le *porphyre* est une roche composée d'une pâte de pétrosilex diversement colorée et enveloppant des cristaux de feldspath laminaire ordinairement blanchâtres, quelquefois des points noirs d'amphibole ; d'où l'on a les porphyres à fond rouge, brun ou violet, vert, verdâtre, noir parsemé de points blancs, noirs.

9° Les *trapps* ou *roches trapéennes* sont le plus ordinairement composés de feldspath mélangé avec l'amphibole hornblende ou le pyroxène augite, ou avec tous les deux ; elles fondent en émail, ordinairement de couleur foncée. Quand l'amphibole prédomine, elles appartiennent à la section des roches amphiboliques nommées *diorites* ou *grunsteïn ;* quand c'est le pyroxène qui domine, elles appartiennent à la section des roches pyroxéniques, nommées dolérites.

10° Le *basalte* est une roche à structure granulaire et presque compacte, composée de pyroxène, de feldspath, de fer titané et parfois d'amphibole et d'un minérai verdâtre et grenu appelé *olivine*. Sa surface est mate, et sa couleur d'un gris de fer tirant sur le noir ;

c'est une roche dure et très-tenace; elle reçoit assez bien le poli; elle est cellulaire et souvent amygdaloïde; elle se présente en masses non stratifiées, mais souvent divisées en prismes par des fissures planes.

La matière du balsate paraît former le fond de la plupart des roches volcaniques, celluleuses ou scoriacées, appelées *laves*, et qui présentent une pâte pierreuse dure, de couleur grise, brune ou noire, enveloppant souvent des cristaux de pyroxène.

11° Le *trachyte* est une roche à pâte de feldspath terreux, blanchâtre ou gris cendré, cellulaire et rude au toucher, enveloppant fréquemment des cristaux de feldspath vitreux, fendillés, linéaires, et passant quelquefois à la pierre poreuse appelée *ponce*; il est fusible au chalumeau en émail blanc. On rapporte aux trachytes, comme aux basaltes et aux traps un grand nombre de roches sur les caractères desquelles il est difficile de s'entendre parce qu'on n'est pas fixé.

12° L'*argilophyre* est une roche à pâte feldspathique, enveloppant des cristaux de feldspath compacte ou terne, quelquefois vitreux. Le quartz en grains ou cristaux, ainsi que le mica, se rencontrent souvent dans cette roche.

13° Les *gneiss* sont, comme les granits, composés de feldspath, quartz et mica, entremêlés par feuillets, en sorte que la roche est schisteuse; quand l'une des substances vient à manquer, le gneiss passe à d'autres roches.

14° Le *micaschiste* est composé de quartz et de mica entremêlés par feuillets, et constituant une roche schisteuse. Le mica y est par feuillets continus; le quartz est en petite quantité, ou même disparaît entièrement, en sorte que la roche passe au schiste argileux.

15° L'*hyalomicte* est aussi composée de quartz et de mica, mais celui-ci est seulement disséminé et non en feuillets continus.

16° Le *schiste argileux* n'est que le micaschiste dont le quartz a disparu; il est essentiellement composé de feuillets, ou de paillettes de mica accumulées à plat les unes sur les autres, et constituant une roche à structure feuilletée ou schisteuse.

17° Le *talcschiste* ou *schiste talqueux* est une roche schisteuse composée de quartz et de talc, ou simplement de talc en feuillets.

18° Le *stéaschiste* est une roche schisteuse dont la base est le talc, renfermant du mica et différents autres minéraux disséminés; tels que quartz, feldspath, diallage, grenat, serpentine, actinote, etc.

19° Le *calschiste* est formé de schiste argileux dominant, et de calcaire blanc et saccharoïde, ou compacte et grisâtre, disposé en

taches allongées, en veinules, en lames minces, en lamelles, tantôt parallèles, tantôt disséminées, tantôt traversantes.

NOTA. On entend par phyllades ou schistes toutes les roches en feuillets plus ou moins analogues aux ardoises, qui sont des schistes argileux cristallins.

20° L'*argile* est composée d'alumine et de silice pour le fond, et mélangée de diverses autres substances; la présence du fer la colore diversement et lui donne l'odeur particulière qu'on appelle *argileuse*. Les argiles sont des terres, pour la plupart, molles, tendres et onctueuses au toucher, prenant facilement l'eau, et formant avec elle une pâte molle et ductile, capable de prendre et de conserver toutes les formes qu'on veut lui donner. Les couleurs de l'argile sont très-variables; il y en a de blanches, de jaunes, mais les plus ordinaires sont les grises et les bleuâtres.

On appelle *argile commune, argile figuline, argile plastique,* celle qui se façonne plus facilement.

L'*argile calcarifère* contient du calcaire et fait effervescence avec les acides.

L'*argile à foulon* ou *smectite* contient de la magnésie et devient savonneuse dans l'eau. On l'emploie à dégraisser les étoffes, de là son nom. Le *kaolin* ou argile kaolin; elle est produite par la décomposition du feldspath dans les roches où ce minéral entre comme partie composante.

L'*argile muriatifère* est une argile qui contient du sel marin.

L'*argile ocreuse* rouge, est d'une rouge de sang, quelquefois mêlé d'orange; on l'appelle aussi sanguine et on en fait des crayons. Il y a aussi des ocres jaunes.

21° Les *marnes* sont un mélange d'argile, de calcaire, de sable; et sont plus ou moins friables ou solides.

22° Les *sables* sont des roches complétement meubles dont la silice fait la plus grande partie; elle y est en grains plus ou moins fins et arrondis par le roulage des eaux. Ils sont quelquefois mélangés de débris de coquilles et d'autres substances.

23° Les *grès* sont des sables très-fins agglutinés, par une pâte siliceuse, en une roche compacte, et colorés de diverses façons, en vert, en rouge, par la présence du fer.

24° Les *psammites* ou *grauwackes* sont des grès à grains plus gros de quartz mêlés de diverses autres mines et réunis par un ciment peu sensible et de différentes natures. La structure grenue est souvent en même temps plus ou moins feuilletée ou schistoïde ; la cassure plus ou moins raboteuse; la dureté et la cohésion très-variables ainsi que la couleur.

25° Les *poudingues* sont des roches composées principalement de parties arrondies assez grosses, non cristallisées, plus ou moins roulées, et agglutinées par une pâte de diverses natures.

26° Les *brèches* sont des roches composées de fragments assez volumineux ou de grosseur moyenne, non cristallisés, mais anguleux, non arrondis, tout au plus émoussés et agglutinés par une pâte de nature variable.

Les groupes de roches, quelle que soit leur composition ou leur structure, qui auront une même origine, qui sont dues à des causes semblables, constituent des *formations* semblables; si elles sont dues à des causes différentes, elles composent des formations diverses; ainsi on distingue les formations aqueuses et les formations ignées.

Les formations aqueuses comprennent tous les groupes de roches, résultats de la décomposition et de la recomposition superficielle des parties du globe par l'eau ; elles se subdivisent en *formations marines*, dues aux eaux de la mer; *fluviatiles*, dues aux eaux des fleuves; *lacustres*, dues aux eaux des lacs; *fluvio-marines*, dues au concours, dans le même lieu, des eaux marines et fluviatiles ; ces dernières formations s'appellent aussi *dépôts d'embouchure*.

Les formations ignées comprennent les roches résultant de la décomposition intérieure plus ou moins profonde du globe, et amenées à la surface par la cause du feu ; on les distingue en *formation plutonienne* et *formation volcanique*, pour distinguer les roches dues aux volcans de celles dues à la cause ignée, sous quelque forme qu'elle ait agi.

La formation *volcanique* se divise en *formation ignée d'épanchement* (couches-laves qui ont été projetées); et en *formation ignée d'éruption* (cendres volcaniques, pierres, lapilli).

La formation plutonienne se divise en *formation ignée d'intrusion* (roches des dickes, des filons, matières restées dans l'épaisseur du sol); *formation ignée de sublimation* (métaux et certains minéraux des filons); de *cémentation* (dolomie), etc.

Les roches produites par les causes ignée et aqueuse réunies, commè les roches des volcans sous-marins, sont des *formations pluto-neptuniennes*. D'autres roches formées d'abord par l'eau, mais modifiées et métamorphosées ensuite par la cause ignée,

comme les schistes cristallins, les marbres saccharoïdes, seront désignées sous le nom de *formations neptuno-plutoniennes.*

Les roches et les formations sont les matériaux constituants des terrains. Les terrains réunissent les roches de toute nature, de toute origine, qui ont été produites dans une même période de temps ; et on appelle terrains primaires ou inférieurs ceux qui ont été formés les premiers; terrains secondaires ou moyens, ceux qui sont venus ensuite; terrains tertiaires ou supérieurs, ceux qui ont été formés en troisième lieu ; et terrains récents ou modernes, ceux qui continuent encore de se former. On subdivise ensuite chaque terrain en inférieur, moyen et supérieur. Il est clair que chaque terrain et chaque subdivision de terrain peuvent renfermer toutes sortes de roches et tous les genres de formations, car les mêmes causes ont pu former à diverses époques les mêmes roches ou des roches analogues. Les formations seules peuvent être contemporaines, et les terrains sont successifs; cependant il faut se garder d'attacher trop d'importance à la succession des terrains, comme nous le verrons plus tard, en combattant les abus.

Enfin, nous devons fixer la valeur du mot de *fossile;* les *fossiles* font partie des roches, caractérisent les formations et servent beaucoup à l'étude des terrains. Les anciens minéralogistes désignaient sous le nom de FOSSILES, *fossilis*, *fossilia* (*fodere*, fouiller), toutes les substance extraites du sein de la terre par des fouilles. Mais aujourd'hui on entend seulement par *fossile* tout débris, tout vestige, toute indication de corps organisés qui se rencontrent dans les dépôts de matières minérales dont le sol est constitué, et dans une position telle que l'on peut reconnaître que ces corps ont préexisté à la formation des parties du sol dans lesquelles ils se trouvent enveloppés. Pour qu'un corps organisé quelconque devienne fossile, il faut qu'à la mort il soit soustrait à l'action dissolvante de l'air ; qu'il soit saisi par les eaux ; non pas encore par des eaux limpides, tout aussi dissolvantes que l'air, mais seulement par des eaux chargées de sédiments qu'elles déposent autour des corps organisés, charriés ou rencontrés par elles. Il suit de là que les fossiles ne sont réellement qu'une exception à la loi générale de la dissolution des corps organisés par la mort.

On distingue trois principaux modes de fossilisation : 1° celle qui conserve les parties d'animaux ou de végétaux en nature ou peu altérés ; ce qui ne peut être en général que pour les parties dures, telles que des os, des dents, des coquilles, des polypiers, des bois, etc. ; 2° celle qui infiltre dans les vides des tissus organiques des molécules minérales qui remplissent tous les interstices, prennent la forme des tissus, et, quand ceux-ci sont détruits, transmettent la forme et le simulacre de l'organisation du corps. Ce n'est pas, comme on le voit, une substitution de molécule minérale à une molécule organique, ce n'est qu'un moulage plus intime, plus profond des substances minérales dans les tissus organiques. C'est à ce genre de fossiles que l'on donne plus particulièrement le nom de *pétrifications ;* le carbonate, le sulfate de chaux, la silice surtout, des substances métalliques, et particulièrement le fer oxydé, se sont ainsi fréquemment infiltrés et moulés dans les tissus organiques ; 3° le troisième mode de fossilisation ne nous transmet plus que des moules plus ou moins grossiers des surfaces, des empreintes de la forme des corps ; on distingue les moules complets, les moules des surfaces extérieures, les moules des cavités intérieures. Tantôt un morceau de bois, une coquille, enveloppés dans un sédiment, ont été détruits en laissant une cavité qui a été remplie par une matière qui s'y moule ; tantôt une coquille est remplie avant sa destruction par une matière qui se durcit et en conserve le moule intérieur, entouré d'un vide qui est la place du test ; d'autres fois des animaux morts et surtout des feuilles, ont laissé des empreintes en creux ou en relief, entre les lits nombreux et parallèles des roches schisteuses, tels que les nombreuses empreintes de fougères, d'équisétacées, et d'autres plantes qui caractérisent les schistes houillers.

Enfin, on entend par *fossiles identiques* ceux qui appartiennent aux espèces actuellement existantes ; par *fossiles analogues*, ceux qui n'appartiennent pas à des espèces encore vivantes, mais qui peuvent entrer dans les genres actuels ; par *fossiles de genres ou d'espèces perdus, inconnus*, ceux qui viennent remplir des lacunes dans la série des familles, des ordres, des classes ou des types vivants. Car il faut bien se rappeler que l'organisation des fossiles est fondamentalement la

même que celle des êtres vivants, soit végétaux, soit animaux.

En résumé, les fossiles font parties des roches; les roches sont les éléments des formations; les formations diverses plutoniennes ou neptuniennes constituent les terrains; les terrains dans leur ensemble composent le sol de remblai, l'enveloppe corticale, distincte du noyau central du globe, du sol primitif, de la terre originelle, sur laquelle s'est opérée la création des êtres organisés; tandis que le sol de remblai ou l'ensemble des terrains est postérieur à la création de ces êtres, puisqu'il en contient les débris.

Nous n'avons pas à étudier le sol primitif, le noyau central en lui-même, cela nous est à peu près impossible, faute d'éléments suffisants. Nous en avons d'ailleurs dit précédemment tout ce qu'il est possible d'en connaître; plus tard, nous arriverons par des déductions logiques à confirmer ce que nous avons enseigné sur l'origine de ce noyau.

L'objet de la géologie positive est donc nettement limité dans le sol de remblai, dont nous allons exposer l'ensemble, hypothétique, tel que la généralisation des observations locales a conduit à le supposer, nous réservant plus tard de discuter la valeur de cette généralisation.

Terrain moderne.

Les terrains modernes sont, à la superficie, disséminés çà et là et parallèles dans différentes branches. Ce sont des terrains de transports ou d'alluvions, contenant les ossements gigantesques de mammifères pour la plupart éteints. Ils sont, par conséquent, le résultat de la désagrégation des terrains plus anciens et de la destruction des êtres organisés.

Ils se divisent en *madréporique*, *tourbeux*, *détritique*, *alluvien* et *tuffacé*, qui sont tous parallèles ou contemporains, et en *diluviens* (1).

Les masses *madréporiques* se trouvent principalement dans les îles de l'Océanie; elles forment les *récifs* des mers du Sud et se rencontrent aussi sur les côtes de la mer Rouge.

Les *tourbes* se présentent sous trois modifications principales:

(1) Nous suivons dans cette analyse les éléments de géologie de M. d'Omalius d'Halloy, qui nous paraît avoir mieux résumé l'état de la science en ce point.

1° c'est un tissu spongieux, formé de racines, de fibres et de parties végétales très-reconnaissables; quelquefois c'est un amas de plantes flétries et serrées les unes contre les autres.

2° Dans le second état, c'est une matière brune où l'on ne distingue plus que quelques filaments végétaux.

3° Le troisième degré n'est plus qu'une substance noire, homogène, molle, ayant l'aspect des lignites et des bitumes et brûlant à peu près comme eux.

Ces trois états de la tourbe se trouvent souvent dans une même tourbière, et alors la première occupe la partie supérieure, la seconde le milieu, et la troisième le fond. La tourbe forme en certains lieux des amas très-puissants; ailleurs elle s'étend en couches plus ou moins épaisses; elle se développe de préférence dans les lieux marécageux, et quelquefois dans les étangs et les lacs. Elle n'est ordinairement recouverte que par de l'eau ou par des végétaux croissant dans certains endroits, comme le nord-est des Pays-Bas; la tourbe est recouverte et même séparée en assises différentes par des lits de sable et de limon.

Bien que les tourbières se rencontrent sur les plateaux élevés de certaines montagnes, les gîtes de tourbes les plus étendus et les plus abondants sont ceux des plaines basses et sableuses des contrées septentrionales. Les tourbières de la Basse-Allemagne et de la Hollande forment souvent de vastes marais, qui, dans certaines saisons, ressemblent à des prairies. Les contrées humides et d'une température peu élevée sont les plus favorables à la tourbe.

Le sol *détritique* est le résultat superficiel des agents météoriques, atmosphériques, etc. Ce sont des assemblages, plus ou moins meubles, de fragments de roches et de débris de corps organisés. Il renferme 1° les *terres végétales*, détritus de matières végétales et animales mêlées à diverses roches meubles; 2° les *terres arides*, couches superficielles, résultat de la décomposition des roches schisteuses, feldspathiques et granitiques; 3° les *éboulis*, résultat de l'érosion des montagnes, qui forment à leur pied des talus, des amas et quelquefois des filons sur leur pente; 4° les *moraines* de la Savoie sont les éboulis des roches des glaciers. Le sol détritique de plusieurs contrées sableuses est imprégné de sel marin; c'est aussi dans cette formation qu'on

trouve le plus grand nombre de corps organisés analogues et identiques aux espèces actuelles, comme aussi les débris de l'industrie humaine.

Le terrain détritique est peut-être le plus étendu de tous les terrains, il recouvre la majeure partie de la surface du globe; mais il n'y forme communément qu'une couche superficielle peu épaisse, qui tend, il est vrai, à se développer tous les jours. Le terrain *alluvien*, aussi formé de dépôts généralement meubles, est beaucoup plus restreint que le précédent. Il se trouve dans les vallées, à l'embouchure des grands fleuves et sur les bords de la mer. On le divise en *fluviatile* et *marin*; ses matériaux sont *le limon, les dépôts arénacés, le gravier, les dépôts caillouteux, les gros débris et les roches conglomérées*, qui sont le résultat de l'érosion des montagnes, des collines, des falaises, des vallées, par les pluies, les torrents, le cours des fleuves et l'action des eaux de la mer, etc. On y rencontre des dépôts métallifères, des forêts *souterraines* et *sous-marines*, des collines sableuses sur les bords de la mer et connues sous le nom de *dunes*, des dépôts de *galets* et de *coquilles*.

Les dépôts *tuffacés* sont principalement composés de calcaires concrétionnés, passant au calcaire compacte et plus souvent aux dépôts arénacés et terreux des terrains détritique et alluvien. Le calcaire tuffacé est le plus ordinairement rempli de pores et de cavités, d'espèces de tubulures verticales qui donnent l'idée du résultat du passage d'un gaz à travers une masse molle. Tout annonce que ces dépôts ont été formés par des eaux calcarifères et gazeuses.

On distingue des dépôts tuffacés terrestres et des marins; les *travertins* de la campagne de Rome paraissent appartenir au terrain tuffacé; on retrouve ce même terrain aux Antilles, sur le phare de Messine, les côtes de Morée et dans la baie des Chiens à la Nouvelle-Hollande. Les dépôts tuffacés renferment des débris d'animaux vivants, entre autres les coquilles qui vivent sur les lieux, et des restes de l'industrie humaine.

Enfin, la formation ignée fournit aux terrains modernes des laves, des cendres, des scories, etc., etc. Il faut y joindre les produits des salses, espèces de volcans boueux, au milieu des plaines.

La formation mixte, dans laquelle les deux causes, ignée et neptunienne, agissent ensemble, donne encore aujourd'hui des roches altérées et des tuffs, desquels il faut rapprocher les dépôts tuffacés précédents.

Formation diluvienne; diluviens; alluvions anciennes; terrain de transport ancien; groupe des blocs erratiques; terrain clysmien, sont tout autant de noms qui désignent un même groupe, attribué au déluge historique, non toutefois sans de graves contestations.

Ce groupe fait véritablement le passage des terrains modernes aux terrains inférieurs et surtout aux tertiaires. Aussi, dans l'embarras de lui assigner une place dans leurs classifications, les géologues l'ont rangé tantôt dans les terrains modernes, tantôt dans les terrains tertiaires; nous trancherons cette indécision en faisant du terrain diluvien un groupe intermédiaire, qui termine les terrains inférieurs et commence les terrains modernes, et nous serons ainsi plus dans le vrai sous le double rapport géognostique et géogénique, comme il nous sera facile de le prouver.

Il est principalement composé de dépôts meubles, comme le terrain alluvien; mais il en diffère parce qu'il est plus répandu; qu'il s'étend sur les hauteurs où les cours d'eau actuels ne peuvent atteindre; qu'il renferme des débris organiques plus différents des espèces actuellement vivantes; qu'il est plus indépendant, dans ses matériaux composants, du sol sur lequel il repose.

D'un autre côté, il se distingue des terrains tertiaires par la présence de fragments de roches plus ou moins gros et par l'absence de couches étendues à texture massive.

On divise le terrain diluvien en trois étages :

L'étage supérieur comprend : 1° les *dépôts meubles* de limon, de sables, de graviers et de cailloux, se mêlant plus ou moins entre eux, et formant d'autres fois des masses conglomérées tournant aux grès et aux poudingues, cimentés par des hydrates de fer, du carbonate de chaux, de la silice ou de l'argile. Répandus dans presque toutes les contrées, ces dépôts s'étendent, dans les plaines, sous la terre végétale en couches minces avec des cailloux roulés; dans le fond et sur le flanc

des vallées, en couches irrégulières souvent interrompues, ou se renflant en amas plus ou moins puissants, qui deviennent quelquefois des collines au pied des hautes montagnes, ou bien remplissent des cavités très-allongées à la manière des filons. On rencontre dans ces dépôts meubles des débris de fossiles et de roches des terrains inférieurs, puis des fossiles qui leur sont propres, ce sont des ossements et des dents de mammifères appartenant aux genres ours, chat, chien, hyène, éléphant, rhinocéros, hippopotame, cheval, cerf, bœuf, etc. On y trouve aussi des genres inconnus tels que les mastodontes, les dinotheriums, et les mégatheriums, etc. Les coquilles sont identiques ou analogues aux espèces vivantes; les végétaux sont dans le même cas; ce sont des plantes altérées ou bituminisées, des lignites et des tourbes, ce qui fait balancer à les ranger dans les terrains modernes proprement dits et dans les terrains tertiaires; nouvelle preuve que le groupe diluvien est intermédiaire aux deux autres.

2° Les *blocs erratiques* sont des fragments de roches quelquefois très-volumineux, semés, entraînés à la superficie du sol ou enfouis dans des terrains meubles, quelquefois arrondis; ils présentent le plus souvent des arêtes et des angles émoussés. Ils sont jetés plus ou moins loin de la masse d'où ils ont été détachés; ainsi on en voit sur le Jura, qui viennent des roches cristallines et demi-cristallines des terrains primitifs des Alpes. Ils se rencontrent le plus ordinairement dans les plaines et les vallées, sur le penchant des coteaux, et disposés par traînées parallèles du N.-E. au S.-O. ou bien du N.-O. au S.-E. C'est surtout dans l'hémisphère septentrional qu'on les rencontre plus nombreux, et, quoique de nature très-variée, ils appartiennent en général aux terrains cristallisés primitifs (granit, etc.)

3° Les *cavernes à ossements* sont des cavités creusées dans les couches superficielles des différents terrains, et remplies des matériaux du diluvium, lequel recouvre la généralité des terrains plus anciens. Ces matériaux qui remplissent les cavernes sont du limon, des sables, des carbonates calciques, des cailloux roulés, enveloppant des ossements plus ou moins fracturés et brisés de divers animaux et principalement de

carnassiers, tels qu'ours, hyènes; on y a trouvé aussi des restes de putois, de gloutons, de belettes, de chats, de chiens, de campagnols, de rats, de lièvres, d'éléphants, de rhinocéros, d'hippopotames, de chevaux, de cerfs, de bœufs, etc., ainsi que des débris d'oiseaux, de reptiles, d'insectes, de mollusques; et enfin des ossements humains et des traces de l'industrie humaine.

4° Les *brèches osseuses* sont composées d'un ciment rougeâtre, de calcaire, de sable, de limonite, renfermant des fragments (1) anguleux de diverses roches et des ossements d'animaux. On les a surtout observées formant des filons dans les fentes du calcaire sur les côtes septentrionales de la Méditerranée. On y a reconnu une musaraigne, deux espèces de chats, un chien, un campagnol, deux espèces de lapins, deux espèces de lagomys, des chevaux, plusieurs espèces de cerfs, une espèce d'antilope ou mouton, une tortue, un lézard et plusieurs espèces de coquilles terrestres, fluviatiles et lacustres. On y a trouvé aussi des paléothères et des chéropotames, animaux regardés comme caractéristiques des terrains tertiaires.

5° Le *fer d'alluvion, fer en grain;* ce sont des minerais de fer limonite, que l'on rencontre en filons fragmentaires, en couches ou amas superficiels renfermant des fragments conglomérés de calcaire jurassique, et reposant sur les masses ou dans les failles de ce même calcaire; ce qui les a fait ranger dans les terrains secondaires, où ils joueraient le rôle des brèches osseuses diluviennes, desquelles, d'ailleurs, les limonites se rapprochent par la structure et la présence des débris de mammifères diluviens (Souabe et Carniole). Le fer d'alluvion se présente sous trois modifications principales :

La première, composée de fragments plus ou moins arrondis, de formes très-irrégulières et de volumes très-inégaux, a pour type les mines de fer de Mersch, près de Luxembourg, où le minerai forme deux couches au milieu d'un dépôt sableux, et où la limonite se rencontre aussi en nombreux fragments sur le sol. Tout prouve que cette première modification appartient aux terrains diluviens.

(1) D'où le nom de brèches, de l'italien *brecia*, parcelle, fragment.

La seconde est *le fer en grains proprement dit*, ou *fer pisiforme*; ce sont des grains de limonite de la grosseur d'un pois, ordinairement engagés dans une argile ferrugineuse, qui forme, avec des couches de sable, d'argile et de calcaire conglomérés, de petits systèmes superficiels sur le terrain jurassique ou des filons dans ce terrain. (Berry, Franche-Comté, Argovie, Souabe.) On rapporte les uns au diluvium, et on fait les autres intermédiaires aux terrains crétacé et jurassique.

Dans la troisième modification, les parties cohérentes, engagées dans le dépôt terreux, sont plus volumineuses, en fragments anguleux, rognons ou blocs qui renferment quelquefois des géodes tapissées de cristaux de quartz ou de calcaire (Saint-Pancré, département de la Moselle). On regarde ces limonites comme n'appartenant pas au terrain diluvien.

Les incertitudes qui règnent sur la classification des *fers d'alluvion*, la manière dont ils sont en rapport avec les divers terrains tertiaires et secondaires, conduit à deux conclusions également probables : 1° ou bien ces fers appartiennent tous au diluvium, et alors la cause de celui-ci a agi sur tous les terrains affleurants à la superficie; 2° ou bien ils sont d'époques différentes, et, dans ce cas, il faut reconnaître que des causes analogues ont produit des effets analogues à toutes les époques.

6° Les *dépôts plusiaques* analogues aux fers d'alluvion présentent les mêmes difficultés de classification. Ce sont des débris de roches diverses, dans lesquels on trouve des minéraux précieux, tels que des diamants et autres pierres gemmes, de l'or, du platine, de l'étain, du fer, etc.

L'étage moyen et inférieur du diluvium se lie d'une part avec les molasses et de l'autre avec les argiles et les sables des terrains tertiaires.

L'étage moyen est représenté par le dépôt qu'en Suisse on appelle *nagelfluh*, que l'on considère comme la partie supérieure de la molasse du terrain tritonien. Ce dépôt, composé de gomphalite, forme, au mont Rigi, un gîte de 1,900 mètres de hauteur. Ce sont des fragments de calcaires, de grès, de psammites, de quartz, de granit, de porphyres, etc.; fragments très-volumineux, liés par une pâte composée de sable, d'argile et de calcaire, quelquefois friable et d'autres fois tellement

cohérente que les noyaux se brisent plutôt que de se détacher du ciment.

L'étage inférieur consiste en dépôts de silex roulés, libres ou réunis en poudingues, dont on trouve un exemple dans les environs de Nemours (Seine-et-Marne). Ces matières, qui se lient intimement aux sables et aux argiles tertiaires, reposent ordinairement sur le terrain crétacé. C'est ce qui a fait mettre sur la même ligne la *roche conglomérée,* que M. d'Orbigny a observée à Meudon, près de Paris, sous l'argile plastique, et qui est composée d'une pâte argileuse renfermant des fragments de calcaire, des ossements de carnassiers, de rongeurs, de lophiodons, d'antracothères, de mosasaures, de tortues, de crocodiles et de poissons, ainsi que des coquilles de planorbes, de paludines, de cyclades et d'anodontes.

Ces particularités de position entre les argiles plastiques et la craie, avec la présence des fossiles tertiaires, diluviens et récents, prouvent que le terrain diluvien ne peut être séparé nettement du terrain tertiaire, que la cause décomposante qui l'a produit a agi à toutes les époques; ou bien si l'on tient à faire de l'étage moyen et inférieur un terrain unique, d'une seule époque, on sera forcé d'admettre qu'il a été formé avant les terrains tertiaires.

Enfin, ces graves difficultés prouvent de plus en plus l'impossibilité radicale de séparer nettement les terrains et d'en établir la Genèse successive par une loi rigoureuse, parce que la décomposition d'un corps brut, telle que la terre, dépend de trop de causes accidentelles et variables dans leur durée comme dans leur intensité.

Tel est cependant, en résumé, le résultat supposé de la généralisation des observations locales des terrains modernes, les plus superficiels de tous, et, par conséquent, les plus faciles à connaître.

TERRAIN TERTIAIRE.

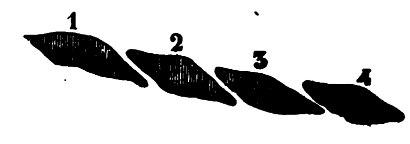
Le terrain tertiaire manque dans un grand nombre de lieux; ce n'est, au fond et dans la réalité, qu'un certain nombre de lambeaux de roches diverses, plus ou moins étendus, indépendants les uns des autres, placés sur les roches des terrains

inférieurs et liés suivant les localités aux divers groupes des terrains modernes, qui leur sont superposés ou parallèles. La réunion de ces lambeaux divers a été généralisée sous le nom de terrain tertiaire. Tous ces lambeaux tertiaires sont composés des débris du sol secondaire et primitif, et des nouveaux apports résultant du travail et de la décomposition des êtres organisés. Les terrains tertiaires les mieux connus sont ceux du bassin de Paris, de la Belgique et de l'Angleterre.

On divise ce terrain en deux groupes ou formations, dont l'une est marine et a reçu le nom de groupe *Tritonien* (de *Triton*, dieu marin) ; l'autre est d'eau douce et a reçu le nom de *Nymphéen* (de *Nymphe*, déesse des fontaines).

Le terrain tertiaire parisien, placé sur le terrain crétacé, est formé d'un assez grand nombre de systèmes nymphéens et tritoniens, qui alternent l'un avec l'autre. Cependant, en faisant abstraction des alternatives, où l'on peut ne voir que les oscillations ordinaires à la jonction de deux terrains, on réunit ces systèmes dans quatre massifs principaux, dont deux nymphéens qui s'appuient respectivement sur deux massifs tritoniens.

Toutefois, il faut bien se garder de croire que ces quatre massifs reposent d'une manière régulière et complète les uns au-dessus des autres, comme les étages d'une maison, par exemple ; mais ils sont imbriqués de façon que la tête de l'un repose sur l'extrémité de l'autre ; et c'est le massif supérieur qui est le plus bas, en sorte que l'on voit chacun des massifs suivants sortir de dessous celui qui le précède, et atteindre une plus grande élévation ; ce qui conduit à reconnaître que le plus élevé et le plus inférieur tout à la fois était déposé avant celui qui repose sur son extrémité et qui s'élève moins haut, et que, par exemple, le n° 1 pouvait être le rivage d'une mer ou d'un lac dans lequel se serait déposé le n° 2 ; celui-ci un autre rivage sur l'extrémité duquel se serait déposé le n° 3, et de même sur le pied du n° 3 se serait déposé le n° 4.



Le massif supérieur comprend les sables du Gâtinais, dans la partie méridionale du bassin, notamment sur les bords de la Loire ; le calcaire de la Beauce, accompagné de marne ; les meulières de Meudon et de Montmorency, tout-à-fait superficielles.

Le massif nymphéen inférieur forme, au milieu du bassin de Paris, une bande dirigée de l'est à l'ouest, et est composé de six systèmes : les meulières, le calcaire siliceux, le gypse, le calcaire blanc, qui s'appuient immédiatement l'un sur l'autre et sont toujours superposés au groupe tritonien lorsqu'ils arrivent à son contact. Les deux autres systèmes nymphéens sont le lignite et l'argile, subordonnés au contraire au groupe tritonien et ordinairement dans sa partie inférieure.

Les exemples mieux étudiés de ces six systèmes sont : les deux premiers, les meulières de la Ferté-sous-Jouarre, et le calcaire silicieux de la Brie ; le troisième, le gypse et les marnes de Montmartre ; le quatrième, le calcaire blanchâtre de la plaine de Saint-Denis, qui suit le gypse. Le lignite se remarque, entre autres, dans les vallées du Soissonnais, au pied de collines dont les parties supérieures sont formées de terrain tritonien. Ce lignite se compose de sable, de grès, d'argile et de marnes ordinairement noircies par le lignite. — L'argile plastique repose souvent sur la craie et se réunit au lignite et au calcaire grossier, qui lui sont supérieurs.

Au sud du grand massif tertiaire de Paris, les dépôts nymphéens reposent sur les terrains secondaires qui séparent le massif tertiaire des montagnes d'Auvergne ; d'autres, qui s'étendent dans les montagnes, reposent sur des terrains primordiaux, et sont souvent recouverts, traversés et même quelquefois tout-à-fait entourés par les terrains pyroïdes. La plupart de ces dépôts nymphéens, notamment ceux du Cantal, du Vélay, des plaines de Montbrison et de Roanne, sont aussi très-peu développés ; mais il en est un très-remarquable par sa puissance, c'est celui de la Limagne d'Auvergne, qui s'étend dans la vallée de l'Allier depuis Brioude jusqu'au confluent de l'Allier et de la Loire.

Ce dépôt, composé de calcaire accompagné de marnes, de sable, de grès et quelquefois d'arkose, se trouve dans une grande

vallée et s'appuie de chaque côté sur les terrains granitiques et houillers qui constituent les plateaux environnants, dont il forme, pour ainsi dire, la bordure, étant lui-même traversé par la vallée proprement dite de l'Allier.

Le groupe tertiaire *tritonien* se distingue du nymphéen par ses fossiles généralement marins. Du reste, il se confond avec les groupes diluviens et tuffacés marins du terrain moderne, dont il est quelquefois très-difficile de le distinguer.

On le divise en trois étages, supérieur, moyen et inférieur.

L'étage supérieur n'existe pas dans le bassin de Paris; on l'observe dans les contrées méridionales et subapennines; ce qui lui a fait donner le nom de *subapennin;* il est caractérisé par des graviers, et on y rapporte la molasse ou macigno de la Suisse, qui se lie avec le *nagelfluh*, dont nous avons parlé ci-dessus; peut-être faut-il lui rapporter aussi le calcaire d'Œningen, etc.

Les deux étages inférieurs sont séparés, dans le bassin de Paris, où on les observe, par un massif de terrain nymphéen inférieur.

Celui de ces étages qui est placé entre les deux massifs nymphéens, se montre principalement dans le milieu du bassin, et peut être considéré comme formé de trois systèmes principaux, selon que le sable coquillier, le grès blanc et la marne y dominent; il est représenté par les grès de Fontainebleau, les marnes du gypse, etc....

L'étage inférieur, dont le calcaire grossier est le type, occupe la partie septentrionale du bassin; on y range le grès de Beauchamp, le calcaire grossier de Paris, le calcaire pisolitique de Meudon.

Le groupe tritonien forme aussi, dans les environs de Londres, un massif assez considérable, qui diffère de celui de Paris par une nature plus sableuse et plus argileuse, et par la présence d'un dépôt qu'on croit pouvoir rapporter à l'étage supérieur.

Bruxelles est, comme Paris et Londres, au milieu d'un grand massif tertiaire, qui ressemble beaucoup plus à celui de Londres qu'à celui de Paris; aussi quand on jette les yeux sur une

carte géognostique, on voit que les bassins de Londres et de Bruxelles forment, pour ainsi dire, un même ensemble, coupé par le bras de mer qui sépare l'Angleterre du continent

La partie de la France qui est traversée par la portion inférieure de la Loire, présente plusieurs lambeaux du groupe tritonien, qui reposent, indifféremment et immédiatement, sur tous les autres terrains qui paraissent au jour dans cette contrée, notamment sur le terrain nymphéen, sur la craie, sur le calcaire jurassique, sur la houille, sur le terrain talqueux et sur le granitique. Dans la Touraine, ce sont les faluns; dans les environs de Doué, de Savigné, de Nantes, de Rennes, etc.: ces lambeaux présentent une roche cohérente que l'on appelle *grison*, et qui consiste ordinairement dans un calcaire coquillier mélangé de grains quartzeux. Le calcaire moellon du midi de la France (Marseille, Nîmes, Montpellier, Barcelone, etc.) ressemble beaucoup au grison.

Enfin, il faut ranger dans les terrains tertiaires certaines roches résultant de la décomposition continuelle du globe par la cause ignée, ou de la modification des couches neptuniennes par cette même cause. Ce sont, dans le premier cas, des roches granitiques, des diorites, des trachytes et des basaltes, des tuffs; dans le second cas, des argiles et des grès endurcis, du jayet changé en anthracite bacillaire, des gypses modifiés, des nids de minerais.

Par ce résumé succinct, mais fidèle, nous acquérons la preuve de l'isolement, de l'indépendance les uns des autres, de la plupart des membres ou lambeaux du terrain tertiaire, et par conséquent celle de l'impossibilité où l'on est d'en donner une classification assez rigoureuse pour servir à établir la succession ou la contemporanéité de leur formation. Cela ne peut se faire que pour un très-petit nombre de groupes.

Nous devons remarquer encore que la plupart des groupes reposent indifféremment ou sur le sol primitif, ou sur les diverses parties du terrain secondaire, et que, par conséquent, ils se trouvent parallèles aux couches secondaires et même souvent plus bas dans leur niveau. Dès-lors, au seul point de vue géognostique, qui nous occupe, il est impossible de prononcer si tous les terrains tertiaires sont postérieurs aux secondaires,

et s'il n'y en a pas qui leur sont contemporains, ce qui est probable, ou même antérieurs. Nous verrons plus tard, au point de vue géogénique et paléontologique, si ces questions peuvent être résolues.

LEÇON II.

GÉOGNOSIE.

Terrains secondaires.

Les terrains secondaires portent aussi le nom d'*ammonéens* à cause de l'abondance d'ammonites qu'on y trouve. Ils sont assez abondants, mais très-inégalement développés à la surface du globe; ils ont quelquefois une épaisseur bien supérieure à celle des terrains tertiaires et modernes.

Tout le monde reconnaît la limite supérieure des terrains secondaires dans la *craie;* mais on n'est pas tout-à fait d'accord sur leur limite inférieure : les uns la placent dans le grès houiller; les autres, dans le système carbonifère du nord-ouest de l'Europe; d'autres, dans ce qu'on appelle le calcaire de montagne. Mais comme cette limite n'est qu'artificielle, ainsi que toutes les autres, M. Boué pense, avec raison, qu'il est plus prudent de la tirer au grès houiller, parce que le système carbonifère n'est pas reconnu partout et peut même n'être qu'un terrain particulier à un bassin, tandis que les houillères se sont trouvées çà et là dans tous les continents; elles donnent un horizon plus fixe et paraissent en général un dépôt moitié terrestre, moitié fluviatile et marin; elles séparent convenablement le sol secondaire de ce que l'on appelle sol primaire, distinct encore du noyau primitif.

Le sol secondaire ainsi limité peut se diviser en deux grandes formations : inférieurement, surtout arénacée; supérieurement, principalement calcaire. On y distingue cinq grands

groupes principaux : la craie, le groupe oolitique ou jurassique, le lias, le trias et le grès houiller avec les houilles.

I. La *craie* est un carbonate de chaux mêlé de silice, son grain est fin et paraît un résultat de la trituration des coquilles et du lavage des polypiers; elle est plus ou moins compacte, et solide ou friable et molle. On en distingue de trois sortes, qui sont regardées comme autant d'étages; le premier est caractérisé par la *craie blanche*, le second, par la *craie grise* ou craie tuffau; le troisième, par la *craie verte* ou glauconie. La craie alterne quelquefois diversement, suivant les localités, avec du sable, du grès et de l'argile, ou bien est remplacée par eux.

La craie la plus supérieure est celle de Maëstricht, elle est rare.

En Angleterre on trouve les trois divisions de la craie, elles occupent la partie sud-est de la région, en s'appuyant à l'est sur le terrain jurassique, et en s'étendant à l'ouest jusqu'aux côtes de la Manche et de la Mer du Nord. La craie est recouverte dans cette étendue des dépôts tertiaires, dont le plus considérable est le bassin de Londres, autour duquel le terrain crétacé forme comme une ceinture interrompue par la Mer du Nord.

Ainsi, en Angleterre, l'étage supérieur est formé de craie blanche.

L'étage moyen passe au grès, au sable chlorité, à la glauconie, au tuffau et à la craie marneuse; les trois dernières roches forment ordinairement la partie supérieure, et se lient à la craie blanche. On trouve ensuite un système argileux qu'on nomme *gault*.

L'étage inférieur que l'on a souvent rangé dans les terrains jurassiques, a été appelé *wealden* du nom d'une contrée boisée du comté de Sussex; ce sont le *wealdclay*, argile grise ou d'un bleu noirâtre, schistoïde et sableuse inférieurement; le *hastings-sand*, sable ordinairement ferrugineux, passant au grès ferrugineux ou calcarifère, et renfermant des lits d'argiles grises et rouges et de marnes; le *purbeck limestone*, calcaire presque entièrement composé de fragments de coquilles, et employé comme pierre à bâtir et comme marbre.

Dans le nord-ouest de la France, le terrain crétacé forme une espèce de golfe séparé, par la Manche, de celui d'Angleterre ; la craie s'y perd, du côté du nord, sous les terrains tertiaires du bassin de Bruxelles, ou sur les terrains primordiaux du Hainaut, et de tous les autres côtés elle s'appuie sur le groupe jurassique. Le centre de ce bassin, dont le grand diamètre a près de cinquante myriamètres de long, est recouvert par le bassin tertiaire de Paris, autour duquel le terrain crétacé forme une ceinture.

Le sol y est plutôt en plaines qu'en grandes hauteurs ; cependant les parties qui bordent le terrain jurassique présentent des collines et des vallées assez prononcées, et le bassin est coupé le long de la Manche par des falaises escarpées.

On distingue dans ce grand bassin : 1° la craie blanche à silex noirâtre ;

2° La craie marneuse à silex pâle ;

3° La craie tuffau passant quelquefois à la glauconie ;

4° Les sables et les grès mélangés de calcaire et quelquefois de limonite et de chlorite ;

5° Les marnes grisâtres passant à l'argile.

Le développement inégal et variable de ces divers systèmes divise le bassin en régions qui se distinguent par des caractères particuliers.

La craie blanche compose principalement le sol de la Champagne, celui de la Picardie où elle est recouverte d'une couche plus épaisse de dépôts meubles, tertiaires et modernes. La même craie blanche à silex pâle occupe la contrée sud-ouest de Chartres.

Les sables passant à la craie, au tuffau, à la glauconie, même au grès et au poudingue, domine dans le Perche, entre la Sarthe et le Loir.

La Touraine présente de vastes plateaux recouverts d'un dépôt tertiaire, souvent sableux, quelquefois argileux et rempli de silex blonds ; mais au-dessous de cette couche se trouvent de puissantes assises de tuffau, qui se continuent dans la Sologne, mais n'y sont presque jamais à découvert. La Puysaie, au nord-est de la Sologne, est caractérisée par la craie à silex pâle, le sable et surtout les dépôts argileux. Ces couches ar-

gileuses se resserrent au nord et ne forment plus qu'une bande étroite, qui se prolonge jusqu'aux terrains primordiaux des Ardennes, et qui se présente comme une vallée bordée d'un côté par la craie de Champagne et de l'autre par les calcaires jurassiques de la Bourgogne et de la Lorraine.

Entre la Dyle et la Roer existe un petit massif crétacé, très-peu épais, dont les divers lambeaux reposent immédiatement sur les terrains hémilysiens, sans aucune liaison, et toujours en stratification discordante; les dépôts hémilysiens étant en couches inclinées tandis que le terrain crétacé est en couches horizontales. Celui-ci est de son côté ordinairement recouvert par du limon et des sables analogues à ceux de Picardie, et quelquefois par le tuffau de Lincent.

Les dépôts crétacés, dont nous venons de parler, se trouvent à l'extrémité occidentale de la grande plaine de l'Europe. On suppose qu'ils se prolongent sous les dépôts tertiaires et modernes qui recouvrent la majeure partie de cette plaine, parce que la craie s'y montre dans plusieurs contrées, surtout dans celles où le sol tend à se relever vers les montagnes, et notamment en Wetsphalie, en Hanovre, en Gallicie, en Podalie, en Volhynie, en Lithuanie, en Poméranie, en Danemark, etc. On rapporte au terrain crétacé des dépôts calcaires dont un massif occupe la majeure partie de la Saintonge et du Périgord; un autre se voit dans les Pyrénées et se prolonge en Espagne. On a aussi rapporté au terrain crétacé le terrain néocomien du Jura, et le terrain crétacé des Alpes, dans lequel se trouve un gîte de houille célèbre par l'élévation à laquelle il se trouve, 1,060 mètres au-dessus du niveau de la mer.

Parallèlement au terrain crétacé on rencontre sur divers points du globe des roches attribuées à la cause ignée; ce sont des granits, des diorites, des pyroxènes en roches, filons ou culots; du porphyre syénitique; de la serpentine en filons, champignons ou culots; des trapps en culots; des porphyres pyroxéniques en culots et filons; des trachytes en amas; des basaltes en nappes, filons et amas.

Pami les roches modifiées par le métamorphisme, on cite la craie changée en marbre nuagé ou calcaire grenu d'Islande; des gneiss talqueux, des talcschistes, des quartzites, des grès; du

cipolin talqueux, des dolomies, du gypse, du sel et des nids de minerais (or, plomb, cuivre, etc.)

II. Groupe jurassique. Le groupe jurassique est assez répandu à la surface du globe ; on y distingue plusieurs systèmes : c'est un calcaire variable dans la texture et dans son grain suivant les localités, il est entremêlé de marnes, d'argiles et de sables. Il forme, autour du bassin crétacé du nord-ouest de la France, une espèce de ceinture qui manque dans la partie septentrionale, où, comme nous l'avons vu, le terrain crétacé est limité par la Manche, par le bassin tertiaire de Bruxelles et par les terrains primordiaux du Hainaut. Cette ceinture, qui nous présente le terrain jurassique non comme sous-posé à la craie, mais comme lui étant plus ou moins parallèle, et ayant formé les rivages d'un immense bassin, dans le fond duquel la craie se serait déposée, ne forme qu'une bande assez étroite dans sa partie occidentale, le long des terrains primordiaux de la Bretagne ; elle s'élargit dans le Poitou, où elle se réunit avec le massif qui forme la bordure du terrain crétacé du sud-ouest de la France ; elle se prolonge ensuite dans le Berry et le Nivernais, le long du grand plateau primordial du centre de la France. En arrivant près des terrains primordiaux des Ardennes, cette ceinture se rétrécit par une courbure à l'ouest et se perd aux environs d'Hirson, département de l'Aisne.

Le grand massif dont nous venons de tracer les limites est principalement composé de calcaire qui, de même que celui d'Angleterre, est divisé en plusieurs systèmes différents par des assises argileuses interposées entre les assises calcareuses. Indépendamment du calcaire et des roches argileuses et marneuses, il s'y trouve aussi de la dolomie, du sable, du grès, du silex, de la limonite et quelques autres roches moins abondantes.

Dans toute cette étendue on voit les divers étages jurassiques sortir de dessous le terrain crétacé, et ensuite l'un de dessous l'autre, pour atteindre successivement à une plus grande hauteur ; ce qui confirme l'idée de voir dans ces dépôts des rivages de la mer de la craie. Cette succession et cette élévation graduelle est surtout bien prononcée entre la Champagne et les Vosges. Du reste, quoique cette succession du bord intérieur

avec le bord extérieur, soit un caractère assez constant, la stratification presque horizontale de ces systèmes, leur étendue et les inégalités du sol sont cause que l'on voit quelquefois reparaître un système supérieur qui avait déjà fait place à un système inférieur, et lorsqu'on suit le prolongement jurassique à travers les deux ouvertures qui séparent la Bretagne du plateau primordial du centre et celui-ci des Vosges, on voit successivement reparaître les systèmes supérieurs.

D'un autre côté on ne doit pas entendre cette succession dans un sens tellement exclusif que chaque coupe présente tous les systèmes qui composent le groupe. On voit, au contraire, manquer souvent de ces systèmes; et, quoique dans l'ordre normal, l'étage supérieur jurassique soit toujours séparé des terrains primordiaux par les étages inférieurs et par les terrains liasique et triasique, on voit quelquefois ces divers étages reposer immédiatement sur les terrains primordiaux.

Cette disparition paraît se faire dans plusieurs endroits d'une manière tout-à-fait arbitraire, c'est-à-dire que tel système manque dans un lieu et reparaît dans un autre; mais la partie du massif ammonéen qui longe les terrains primordiaux des Ardennes, présente une disparition successive de chaque système dans l'ordre de sa position, à partir du plus inférieur, de manière que, quand le terrain jurassique finit près d'Hirson, on voit la craie reposer immédiatement sur les terrains primordiaux.

Le même phénomène se remarque aussi sur la bordure de la Bretagne; mais la disparition des systèmes s'y fait dans le sens de l'ouest à l'est, tandis que le long des Ardennes, elle se fait dans le sens de l'est à l'ouest; car, tandis que sur les côtes du Calvados la série des terrains ammonéens s'étend jusqu'aux étages inférieurs, on voit dans la forêt de Perseigne l'oolite de Mamers ou *combrash* reposer immédiatement sur les terrains primordiaux. Ce mode de disparition, opposé à l'ouest et à l'est du bassin, n'indiquerait-il pas que les systèmes jurassiques sont des dépôts de rivages en grande partie contemporains de la craie, déposée au centre du bassin; des courants opposés dans leurs directions auraient produit des résultats opposés dans la succession des systèmes; cette manière de voir

paraît encore confirmée par la position du terrain jurassique, en ceinture autour de la craie.

Quoi qu'il en soit, les systèmes jurassiques se partagent en trois étages. 1° L'*étage supérieur* offre un calcaire oolitique ou grenu, c'est la signification du mot oolite, il est appelé en Angleterre *port landstone;* une marne argileuse (*kimmeridge clay*). 2° L'*étage moyen* renferme un calcaire oolitique (*coral-rag*) compacte ou terreux, contenant une immense quantité de coraux et d'autres zoophytes; une marne argileuse (*oxford clay*). 3° L'*étage inférieur* renferme un calcaire schistoïde (*cornsbrash*) lié à un marbre très-coquillier (*forest marble*); un petit système argileux (*bradfort clay*); la grande oolite (*great oolite*), ainsi nommée parce qu'elle présente les bancs d'oolite les plus puissants; un système argileux d'où l'on extrait de la terre à foulon (*fullers earth*); enfin l'oolite inférieure (*inferior oolite*) dont les couches les plus basses sont ordinairement ferrugineuses.

Ces divers systèmes se présentent souvent avec les mêmes caractères dans des contrées très-éloignées les unes des autres; mais, comme un système, très-développé dans un lieu, est quelquefois réduit à un simple rudiment ou manque tout-à-fait dans un autre lieu; que d'ailleurs il est reconnu qu'une même assise est quelquefois calcareuse ici, argileuse là, et quartzeuse ailleurs, et qu'enfin il y a souvent très-peu de différence d'un système à l'autre, on est loin de pouvoir comparer, d'une manière positive, tous les systèmes des diverses contrées, et il existe encore à ce sujet des doutes qui, probablement, ne seront jamais entièrement levés.

Des divers systèmes, les sables jurassiques dominent à Glos; le calcaire à Blagny et Henneville; l'oolite à Lisieux; les marnes argileuses à Dives; l'oolite inférieure à Mamers; le calcaire à Polypiers, à Rauville et à Caen; c'est à peu près le même calcaire à Meslay et à Bayeux, c'est l'oolite ferrugineuse et sableuse.

La coupe jurassique, qui s'étend de la Champagne à Luxembourg, présente à Barrois l'oolite et le calcaire blanc compacte; à Fresne-au-Mont, des marnes argileuses et le calcaire marneux; à Belval, le calcaire à coraux, l'argile bleue, l'oolite fer-

rugineuse; à Stone, la marne argileuse; le second système, à Stenay, présente la marne bleue, au-dessous sont les calcaires, et ensuite les marnes blanches; on trouve, à Montmédy, l'oolite; à Amblicourt, la marne; à Margut, l'oolite ferrugineuse.

L'Auxois, ou partie de la Bourgogne qui s'appuie sur les terrains primordiaux du Morvan présente un massif jurassique de quatre systèmes, qui sont le calcaire conchoïde, le calcaire oolitique, le calcaire blanc-jaunâtre marneux et le calcaire à entroques. D'après les observations de M. Élie de Beaumont, ce massif s'enfonce du côté de la Champagne sous deux autres massifs jurassiques qui le séparent de la craie, et, d'autre part, il repose sur un système argileux qu'on range dans le terrain liasique, de sorte que le calcaire blanc de l'Auxois représenterait l'étage inférieur du terrain jurassique.

Le massif jurassique du Jura, qui a donné son nom à tout le groupe, se rattache du côté du nord-ouest à celui de la Bourgogne, du côté du nord-est à celui du Rauhe-Alb, et du côté du sud-est à celui des Alpes pennines; il s'appuie au nord sur le massif primordial des Vosges, et il est bordé dans le reste de son étendue, par les massifs tertiaires des plaines de la Saône, de la Suisse et de l'Alsace. Le Jura présente aussi le lias et le trias et les terrains tertiaires tritonien et nymphéen.

Les dépôts jurassiques des Cévennes se rattachent d'un côté à ceux du Poitou, et de l'autre à ceux des Alpes et du Dauphiné, de sorte que le massif primordial du centre de la France est entouré par une ceinture jurassique presque pas interrompue, et qui le sépare de la mer crayeuse septentrionale. Les dépôts jurassiques des Cévennes ont beaucoup de ressemblance avec ceux du Jura, en ce qu'ils s'élèvent aussi à de grandes hauteurs, que le calcaire compacte y domine et que les divers systèmes y sont moins distincts que dans les collines qui bordent le bassin de Paris.

Mais les Cévennes diffèrent du Jura, en ce que dans celui-ci le massif ammonéen est tellement puissant que l'on n'y arrive pas aux terrains inférieurs, tandis que dans les Cévennes les terrains ammonéens ne forment qu'une espèce de manteau qui, dans ses déchirures, laisse apercevoir les terrains primordiaux, et qui est, dans beaucoup d'endroits, traversé par des

dykes, des culots ou des coulées de formations pyroïdes. Une autre circonstance que présente aussi le terrain jurassique des Cévennes, est l'existence de la houille qui s'y trouve, notamment dans les environs de Milan, vers la partie inférieure. Cette dernière circonstance est une nouvelle preuve que la classification des terrains n'est fondée que sur une généralisation supposée, et qu'en réalité chaque localité échappe plus ou moins à cette généralisation, d'où l'on ne peut par conséquent tirer aucune conséquence rigoureuse.

Correspondant à la formation neptunienne des terrains jurassiques, la formation plutonienne présente parallèlement le granit et la protogine, la sélagite et la diorite, en amas et filons; la serpentine et le porphyre pyroxénique en filons, filons-couches et amas; le basalte et le trapp en filons, culots et amas.

Le métamorphisme y donne, ainsi que dans les groupes inférieurs au jurassique, des gneiss talqueux, des micaschistes et des talcschistes, quelquefois à bélemnites, des quartzites et des cipolins, des grès et des marnes frités ou devenus jaspoïdes, du calcaire grenu et quelquefois à minéraux, du calcaire entrelacé, de la dolomie grenue, des arkoses métallifères, du lias devenu jaspoïde et cependant coquillier, du lias devenu un marbre saccharoïde; du gypse, du sel et des nids de minerais (galène, calamine, etc.).

III. Groupe de lias. Sous le nom de *lias*, les géologues anglais ont réuni des roches calcaires, argileuses, marneuses et quartzeuses, qui diffèrent si peu des couches jurassiques, auxquelles elles font suite dans les localités où elles se rencontrent, que beaucoup de géologues n'en font qu'une même division. Le lias ressemble, en effet, tellement au terrain jurassique, qu'il s'y mêle plus ou moins intimement et que sa stratification est généralement la même; on ne trouve de vraie différence que dans la position inférieure du lias, dans quelques-uns de ses fossiles, et dans l'absence de l'oolite.

Le lias se divise en trois étages, le supérieur qui renferme plus de bélemnites est composé principalement de marne et de calcaire marneux bleuâtre.

L'étage moyen est un calcaire à gryphites, plus uniformé-

ment composé de marne et de calcaire argileux bleuâtre, passant au noirâtre ; on y voit cependant des bancs et des rognons de calcaire compacte, à cassure conchoïde, et traversé par des veines de calcaire cristallin.

On observe ces deux étages à Bayeux, dans la Basse-Normandie.

L'étage inférieur qu'on observe à Valognes, aussi en Normandie, est composé de calcaire jaunâtre ou blanchâtre, rarement gris-bleuâtre, dont la texture est grenue, quelquefois un peu lamellaire, renfermant des grains de sable et qui alterne avec des lits minces d'argile jaunâtre et de sable argileux.

Le terrain liasique renferme aussi des grès en diverses localités, entre autres à Luxembourg. Il faut aussi réunir aux marnes du dernier étage les *lumachelles* à plagiostomes; les *arkoses* à plagiostomes, qui, par la disparition du feldspath, se transforment en psammite, et par l'accession du calcaire passent au macigno. Ce système renferme aussi de la barytine, de la fluorine, de la galène et de l'oligiste, soit en veines, soit en noyaux, soit disséminées en lames cristallines ou en grains dans l'intérieur de l'arkose, dont la barytine surtout est un des éléments constitutifs. Mais ce qu'il y a de plus remarquable pour un terrain aussi cristallin, c'est la présence de beaucoup de coquilles, tant dans l'arkose que dans le psammite et le macigno.

Enfin, on rapporte aussi au lias des schistes argileux gris, des stéaschistes feldspathiques et magnésiens, de l'anthracite, du gypse et de la karsténite, quelques roches feldspathiques et amphiboliques, que l'on observe dans les assises inférieures de la Tarentaise.

IV. Groupe triasique. On réunit sous ce nom plusieurs associations de roches qui ont été désignées par des noms divers ; ce sont : le *keuper* ou marnes irisées ; *redmarl*, marne avec gypse et sel marin ; *muschelkalk*, grès rouge et calcaire ; *terrain salifère*, gypse et sel ; *grès bigarré*, *grès de Nébra*, *grès des Vosges*, etc. D'où l'on voit que ce groupe est principalement composé de grès, de marne et de calcaire. On y trouve aussi du sel marin, du gypse, de la karsténite, de la dolomie, du lignite et d'autres roches moins remarquables. Les fossiles y sont nombreux, mais très-inégalement répartis. Il se divise en trois

étages qui, en Allemagne et dans le nord-ouest de la France, sont respectivement caractérisés, le premier par les marnes irisées ou keupriques; le moyen par le calcaire conchylien, plus connu sous le nom de muschelkalk; l'inférieur, appelé aussi terrain *pœcilien* et *bunter sandstein*, comprend le grès des Vosges et le grès de Nébra.

Dans les diverses localités où les étages du trias se rencontrent, ils sortent de dessous le groupe jurassique, pour paraître au jour sur une étendue plus ou moins grande, et reposer sur les terrains primitifs dans un grand nombre de cas. Il est inutile d'ajouter que les trois étages se rencontrent rarement ensemble, et que leur réunion est encore une généralisation supposée.

V. Groupe du grès houille et de la houille. Ce groupe, par lequel M. Boué limite les terrains secondaires, répond à la partie des terrains hémilysiens de M. d'Omalius d'Halloy, qu'il désigne sous le nom de *pénéen* (*pauvre* en fossiles) et de *houiller*. Ce sont des formations aqueuses arénacées; grès, calcaires et schistes, puis charbonneuses.

A. Le *système pénéen* se divise en trois étages, dont le premier est le *zechstein* des Allemands caractérisé par le calcaire, et qui présente : 1° une marne (*letten*), ordinairement gris-bleuâtre ou verdâtre, qui passe à l'argile et se lie intimement avec les psammites et les marnes triasiques qui la recouvrent, ainsi qu'avec le calcaire fétide sur lequel elle repose. Elle renferme des bancs ou des rognons de dolomie sableuse et des cristaux de calcaire et de gypse, puis passe à une roche poudingiforme qui contient des fragments de micaschiste, de gneiss, de granit et de porphyre;

2° Un calcaire fétide (*stinkstein*), ordinairement brun noirâtre, impregné de bitume et mélangé d'argile, de limonite et de gypse;

3° Une couche peu puissante de dolomie argileuse (*asche*), grise, bitumineuse et quelquefois sableuse;

4° Une dolomie argileuse, plus cohérente (*rauchstein*);

5° Une dolomie à texture celluleuse, gris de fumée (*rauchwacke*).

6° Le *zechstein* est un calcaire gris de cendre ou noirâtre,

compacte, à cassure conchoïde, tenace, quelquefois argileux, renfermant des veines et des grains de calcaire cristallin et de gypse, des sulfures et des carbonates de cuivre, de la galène, des cristaux de quartz et des paillettes de mica.

L'étage moyen se compose, quand il est complet, de trois couches principales : 1° un calschiste gris (*dach*), qui recouvre un autre *calschiste* (*kupferschiefer*), en feuillets très-minces et comme gaufrés ; ce second calschiste, noirci par le bitume et le carbone, est aussi appelé schiste marno-bitumineux. Il contient des sulfures de cuivre et de fer, de très-petites quantités de plomb, de cobalt, de zinc, de bismuth, d'arsenic.

L'étage inférieur (*todt liegende* des Allemands) est un composé de roches conglomérées rouges, passant au grès, au poudingue ou à la brèche ; on y reconnaît les débris des roches primitives sur lesquelles il repose, tels que du porphyre, du granit, du gneiss, du micaschiste, etc. Il renferme aussi des masses subordonnées de calcaire compacte, de houille et d'oligiste rouge.

On rapporte encore à ce système des dépôts de dolomie, de calcaire, de marnes, de calschiste et de gypse, connus en Angleterre sous le nom de *magnesian limestone*.

Du reste, les derniers dépôts pénéens se lient à peu près avec tous les terrains sur lesquels ils reposent :

Avec le terrain porphyrique et granitique, dont il contient les débris dans ses dépôts meubles inférieurs ;

Avec les terrains ardoisiers et talciques, dont il renferme également les fragments ;

Avec le terrain houiller, qui le suit immédiatement dans la classification artificielle des auteurs.

B. Le *système houiller* est caractérisé par la richesse des couches de houille qu'il renferme, par sa disposition en bassins et sa tendance à être composé de couches alternatives de psammites, de schistes argileux et de houille, quoique celle-ci puisse se trouver, comme nous l'avons vu, dans les terrains supérieurs.

Ce terrain est généralement en stratifications plus inclinées que les groupes précédents. Les principales roches sont : le grès, le poudingue, l'arkose, le schiste bitumineux, l'ampélite alu-

nifère, le phtanite, l'argile schistoïde, le calschiste, le sidérose, le calcaire, la dolomie, l'anthracite,avec un assez grand nombre de minéraux qui y sont disséminés.

Les limites du terrain houiller sont assez difficiles à établir, car il se lie avec le terrain pénéen d'une part, avec le terrain antraxifère de l'autre, presque sans ligne de démarcation. Il se lie par mélange avec les terrains porphyriques et basaltiques.

Un de ses caractères principaux, c'est de renfermer une grande abondance de végétaux.

La houille est une roche composée de substances charbonneuses et bitumineuses, végétales et animales. Elle forme des couches très-variables dans leur épaisseur, depuis deux mètres à de simples indices; elle est compacte ou feuilletée, quelquefois terreuse et pulvérulente, d'un noir foncé, souvent éclatant comme les métaux. Elle est plus ou moins riche en bitume, et par suite brûle plus ou moins facilement en laissant aussi plus ou moins de résidu.

Les schistes houillers sont ordinairement grisâtres ou brunâtres, ou tout-à-fait noirs; ils passent à l'argile ou au phtanite et ont une grande tendance à se décomposer par les influences météoriques.

L'ampélite alunifère ne paraît différer des schistes noirs que par sa propriété de donner de l'alun au grillage.

Les psammites sont des roches quartzeuses, grisâtres, brunâtres, noirâtres, rougeâtres ou bleuâtres, renfermant des paillettes de mica, à texture schistoïde, passant au grès, aux schistes argileux et aux phtanites qui sont aussi schistoïdes et passent aux schistes argileux.

Le sidérose est formé de rognons ou blocs ovoïdes engagés dans le schiste argileux ou la houille.

IV. *Terrains primaires.*

Nous désignons sous ce nom, avec M. Boué, les terrains *intermédiaires, de transition* des auteurs, en y réunissant le système pénéen et houiller précédent, les terrains primaires sont les mêmes qu'on a appelés *hémilysiens* (*demi-dissous*) ou *semi-cristallins*, parce qu'ils paraissent être les résultats de la décomposition

des roches cristallines primitives par l'eau, ou, si l'on veut accepter des idées hypothétiques, une demi-cristallisation opérée dans l'eau à l'époque où celle-ci est supposée avoir été encore bouillante et en vapeur, etc. Dans la limite que nous adoptons, les terrains primaires peuvent être partagés en trois groupes désignés par les noms d'*antraxifères, d'ardoisier* et de *talqueux*.

A. Le *groupe antraxifère* correspond en grande partie au *grauwacke* des Allemands, et est caractérisé par un calcaire ordinairement coloré en bleu par de l'anthracite; il est principalement composé de calcaire, de psammites et de schistes. Le calcaire gris bleuâtre ou noirâtre est compacte ou grenu et susceptible d'être poli comme marbre; il passe à la dolomie, au calschiste, au schiste et au psammite.

Le psammite gris, jaunâtre, verdâtre ou rougeâtre, passe au poudingue, au grès, au quartz et surtout au schiste, c'est le type du grauwacke des Allemands.

Le schiste est argileux et coloré comme les psammites. La stratification de ce groupe est de plus en plus inclinée, quelquefois verticale, ce qui est dû à une cristallisation en hexaèdres rhomboédriques, comme je m'en suis convaincu en Bretagne; et quoique très-répandu, il ne se montre souvent qu'en petits lambeaux.

On y distingue deux étages: le premier comprend ce que les Anglais ont appelé *moutain limestone*, calcaire de montagne; *carboniferous limestone*, calcaire carbonifère; et *old red sandstone*, vieux grès rouge.

Le second étage correspond au *système silurien* de Murchison, qui comprend dans la partie supérieure des psammites, gris-jaunâtres et bleuâtres, séparés en deux par des bancs calcaires; la partie inférieure se compose d'un système calcareux et d'un système schisteux.

Les psammites sont schistoïdes, légèrement micacés et, dans certaines localités, rougeâtres et verdâtres.

Le premier étage a été étudié entre l'Escaut et la Roer, et en Angleterre, le second surtout dans ce dernier pays.

B. Le *groupe ardoisier* est très-difficile à distinguer du groupe antraxifère et du groupe talqueux, avec lesquels il se confond par presque tous les points; cependant ses roches schis-

steuses présentent de plus grands feuillets, résistent davantage aux influences météoriques, passent à l'ardoise, les psammites et les gneiss en sont absents.

Il est plutôt parallèle aux deux autres groupes que subordonné ou superposé, son inclinaison est de plus en plus prononcée et très souvent verticale.

Ses roches principales sont le schiste ardoisier, passant au stéaschiste, les roches quartzeuses, quartzite et grès, quelques psammites et de rares calcaires.

On cite, comme type, le bassin des Ardennes ; on y trouve des gîtes métallifères.

Ce groupe correspond en partie au grauwacke des Allemands et au *système cambrien* des Anglais.

C. Le *groupe talqueux* est beaucoup plus complexe que les deux précédents, il correspond assez bien à une partie des terrains primitifs de Werner, et aux *schistes cristallins* de M. Boué. Ses divers systèmes sont très différents les uns des autres; différence qui tend à prouver qu'ils sont indépendants et le résultat d'accidents locaux.

Par la texture cristalline, schistoïde et saccharoïde de ses roches, il tend à se rapprocher du terrain granitique, et d'autre part il se lie à presque tous les terrains supérieurs.

On y distingue cinq systèmes principaux, selon que dominent le stéaschiste, le quartz, le calcaire, le micaschiste et le gneiss. On y place aussi des roches schisteuses, feldspathiques, amphiboliques, pyroxéniques et des ophiolites, que d'autres rapportent au terrain ardoisier et au terrain porphyrique.

1° Les *stéaschistes* sont des roches composées de talc et de quartz, avec des silicates de fer, d'alumine, de magnésie; le feldspath entre également dans la composition du stéaschiste qui passe souvent alors à la protogine, laquelle a été confondue avec le gneiss, parce qu'on prenait le talc pour du mica.

3° Quand le talc vient à manquer, on a des systèmes presqu'entièrement *quartzeux* et métallifères.

3° Les *roches calcareuses* de ce groupe, le plus souvent subordonnées, ont la structure saccharoïde et fournissent les plus beaux marbres connus, qui sont quelquefois accompagnés de gypse.

4° Le *micaschiste*, ou *schiste micacé*, est très-répandu dans la nature, il se lie aux roches précédentes et passe souvent au gneiss par la modification de ses éléments constitutifs.

5° Le *gneiss* se lie intimement au granit, et n'en diffère que par sa disposition et sa texture schisteuse et par la prédominance du mica et du feldspath ; tandis que le granit est compacte et renferme plus de quartz.

Le terrain talqueux est de tous le plus abondant en minéraux et en gîtes métallifères.

Tout ce groupe doit être considéré en grande partie comme des roches modifiées par le métamorphisme.

Parallèlement aux formations aqueuses des terrains secondaires et primaires que nous venons de résumer, la formation plutonienne présente le granit, la syénite, la diorite, le porphyre, la serpentine euphotide, la sélagite, en filons, filons-couches, culots et grands amas.

Les trapps, les basaltes en culots, filons et amas.

Le métamorphisme ou formation mixte, outre les roches du groupe talqueux que nous répéterons, présente dans l'ensemble des leptinites, des gneiss quelquefois à cailloux roulés, des micaschistes, des talcschistes, des quartzites, des itabirites, des hornfels, des roches de schorl, des schistes maclifères, des maclines, des grès quartzo-talqueux, des calcaires grenus et marbres, des dolomies, des gypses, des anthracites changés en graphite, des marnes devenues jaspoïdes, des houilles changées en graphite bacillaire, et un grand nombre de filons métallifères.

Avant d'aller plus loin, nous devons résumer quelques conséquences qui sortent des faits analysés dans l'exposé précédent :

1° Les formations aqueuses, ignées et métamorphiques sont parallèles dans tous les terrains, et sont, par conséquent, de toutes les époques.

2° Les formations aqueuses se suivent et se lient les unes aux autres dans chaque localité, de telle sorte qu'il est presqu'impossible de trouver des lignes de démarcation nettes et précises entre chaque groupe, tant les passages de l'un à l'autre sont imperceptibles, ce qui prouve que ces formations

ainsi engrenées sont le résultat d'une cause continue et agissant toujours dans le même sens.

Il en est absolument de même des formations ignées, elles se lient et s'enchaînent de façon à prouver qu'elles sont des effets constants d'une même cause.

Les formations métamorphiques, en se liant aux deux autres, prouvent que les deux causes ont agi simultanément en combinant leurs effets.

3° Il n'y a pas un seul groupe d'un terrain quelconque qui dans un lieu ou dans un autre ne repose immédiatement sur le sol primitif, comme aussi il n'y en a pas un seul qui ne se montre quelque part à découvert sans aucune superposition au-dessus de lui ; en outre, la superposition des strates d'un système n'est jamais complète, mais les bords intérieurs de l'une sont superposés aux bords extérieurs de l'autre ou *vice versa*, en sorte que la superposition la plus générale est plutôt un engrenage des points de contact, qu'une superposition géométrique. Ce qui conduit à reconnaître que ce qu'on appelle des étages dans les systèmes divers pourraient bien être plutôt des systèmes parallèles ; cette conséquence est d'ailleurs vérifiée directement pour un grand nombre de cas dans tous les groupes et dans tous les terrains.

4° En confirmation des conséquences précédentes, nous avons vu que les terrains primaires ou de transition ne sont que des débris du sol primitif, qu'ils en contiennent les matériaux autrement agrégés, et qu'ils se lient tellement à eux qu'il est souvent impossible de les en distinguer par une ligne précise ; que les diverses assises des terrains houiller, pénéen, triasique, liasique, jurassique, qui reposent sur les terrains primaires et primitifs, en contiennent aussi les débris, augmentés de nouveaux éléments, et qu'ils se lient aussi à eux d'une manière presqu'indivisible ; qu'il en est de même de certaines couches tertiaires ; en sorte, que tous les systèmes de couches et de terrains en descendant sont formés des débris les uns des autres, les supérieurs des débris des inférieurs accrus de tous les détritus organiques, ce qui confirme le grand principe qui nous sert de point de départ, à savoir que la géologie n'est que l'histoire des ruines de la terre primitive.

5° Or, comme les causes destructives ont varié dans leur intensité et leur nombre suivant les localités, et que leurs effets ont dû être différents suivant les matériaux qu'elles ont eu à détruire et à modifier, nous ne devons pas nous étonner de ne trouver nulle part, dans aucune localité, tous les terrains réunis et superposés, ni même tous les groupes d'un même terrain, ni même tous les systèmes d'un même groupe.

6° Il suit de tous ces faits que la généralisation des terrains et de leur superposition, telle qu'elle est présentée dans la plupart des livres et surtout dans les tableaux synoptiques, n'est qu'une hypothèse sans réalité, une conception de l'esprit qui n'existe point dans la nature, et qui pourtant a donné lieu à des classifications de terrains et de systèmes, toutes artificielles et propres à induire dans les erreurs les plus funestes et les conséquences les plus déplorables pour le vrai progrès de la science. C'est ainsi qu'on a accumulé, par l'imagination, toutes les couches le plus souvent parallèles d'un système ou d'un groupe, les unes au-dessus des autres ; qu'on a superposé des groupes également parallèles, ou simplement engrenés dans le point de contact ; qu'ensuite on a réuni dans une superposition hypothétique tous les groupes d'un même terrain, et ensuite tous les terrains, afin d'établir sur de telles données, sans réalité, des calculs de temps et d'époque, des systèmes de création là où il est impossible de trouver autre chose que des destructions sans loi rigoureuse.

7° Tandis que de tous les faits et de tous les corollaires précédents, il suit que certains groupes tertiaires pourraient bien être contemporains, au moins en grande partie, des groupes secondaires et primaires qui leur sont parallèles ; que certains groupes secondaires pourraient bien aussi être contemporains de certains autres groupes primaires ou de transition ; bien plus, que les groupes qui sortent les uns de dessous les autres, comme si la queue de l'un sortait de dessous la tête de l'autre, comme c'est le cas de superposition le plus ordinaire, pourraient bien avoir été en grande partie déposés en même temps ; que, par exemple, le n° 1 qui est le plus élevé et qui sort de dessous le n° 2, aurait pu continuer et finir de se déposer pendant que le n° 2 commençait à le faire plus loin en gagnant peu à peu sur sa queue

pour y prédominer ; et, pendant ce temps, le n° 3, qui avait commencé plus loin ses dépôts, les continuait en gagnant toujours sur le n° 2, qu'il termine en s'engrenant sur lui, et ainsi de suite. Il suffit d'avoir parcouru quelques contrées géologiques un peu riches en dépôts variés pour reconnaître la vérité de ce corollaire.

8° Enfin, à mesure que l'on descend vers les terrains qui ont été déposés les premiers, l'inclinaison des couches devient de plus en plus rapide, au point qu'elle finit par être verticale dans la plupart des terrains primaires ; en outre, les couches d'un terrain quelconque sont bien plus fortement inclinées au contact et dans le voisinage des montagnes primitives. Telles sont les premières conséquences immédiates et importantes que la géognosie minéralogique nous fournit par elle-même, et sur lesquelles nous reviendrons plus tard pour les infirmer ou les confirmer.

Sol de la création ou *terrain primitif.*

Nous arrivons au noyau central, sur lequel a dû s'opérer la création des êtres organisés. Ce sont les terrains que l'on a d'abord appelés *primitifs* ; qu'ensuite dans des idées hypothétiques on a nommés *plutoniens* et qu'on a divisés en *agalysiens* (*dissous*) et en *pyroïdes* ; mais les faits nous ont prouvé déjà que les terrains vraiment plutoniens et pyroïdes, sont de tous les étages et de toutes les époques, et qu'on ne peut, par conséquent, les comprendre tous sous le nom de primitifs. Tandis qu'il est un caractère constant, indubitable, qui fera toujours reconnaître les vraies roches primitives : c'est d'abord l'absence dans leur sein de tout débris organique, joint à leur position constamment inférieure à tous les terrains stratifiés, bien qu'ils puissent et doivent même fournir des montagnes plus élevées. Il faut bien admettre d'une part que tous les terrains stratifiés avec débris organiques, sont postérieurs à la création des êtres organisés dont ils contiennent les débris ; il est d'autre part tout aussi nécessaire qu'il y ait eu un sol primitif sur lequel ont dû vivre ces êtres organisés ; or, quelle que soit pour le moment son origine, ce sol a dû présenter les conditions nécessaires à l'exis-

tence des êtres vivants; il a dû, par conséquent, être formé de montagnes et de vallées pour le cours des eaux, de bassins aqueux et de terres sèches; ces mêmes conditions ont été nécessaires pour la formation des dépôts stratifiés. Les dépôts stratifiés, les débris de corps organisés qu'ils renferment, nous obligent donc à reconnaître qu'il y a un sol primitif avec des montagnes primitives, et que c'est sur ce sol que s'est accomplie la création des êtres organisés, et c'est pour cela que nous les désignons sous le nom de *sol de la création.*

Il est reconnaissable à son immense étendue sur le globe, à la position de sa grande masse au-dessous de tous les terrains stratifiés, à l'homogénéité de la substance de ses vallées et de ses montagnes, à l'immense étendue de ces mêmes montagnes. Ce sol, dont la base principale est le granit, se distinguera toujours, par ces caractères, des granits accidentels que nous retrouvons en fragments ou en lambeaux superposés aux terrains postérieurs à la création; il faut en dire autant des autres roches primitives accidentelles que nous observons dans les terrains primaires, secondaires et tertiaires. Enfin, admettant que des montagnes ont pu être soulevées après la formation des terrains stratifiés, on sera toujours obligé de reconnaître qu'il y a eu des montagnes primitives, puisqu'autrement les conditions nécessaires à la vie et à la formation des terrains stratifiés n'auraient pas existé. Alors on aura à rechercher les caractères distinctifs des montagnes primitives et des montagnes secondaires de soulèvement ou d'affaissement, et on les trouvera dans l'étendue des montagnes primitives et leur homogénéité de masse avec leurs vallées et dans les brisements du sol et autres caractères des vraies montagnes de dislocation.

Cela posé, le sol de la création est principalement caractérisé par la prédominance du granit et de la texture granitoïde, ainsi que par sa disposition en masses non stratifiées; un autre caractère est la texture porphyroïde. Fondés sur ces caractères, on reconnaît deux principaux groupes : le groupe granitique et le groupe porphyrique, intimement liés l'un à l'autre et souvent inséparables.

A. *Groupe granitique.* Ce groupe renferme toutes les roches

feldspathiques et albitiques qui ont la texture granitoïde. La composition du granit est la plus compliquée, il est composé de feldspath, de quartz et de mica entremêlés dans une même masse; c'est la roche la plus abondante.

Si le mica disparaît, on a de la pegmatite, composée de feldspath et de quartz;

Si cette substance passe aux silicates de magnésie, on a de la protogine;

Si le mica est remplacé par l'amphibole, on a de la syénite;

Si le feldspath, qui domine dans ces diverses combinaisons, perd sa texture lamellaire, pour prendre une texture grenue ou compacte, ou si sa potasse est remplacée par de la soude, ou si d'autres substances deviennent dominantes, on a du leptynite, du diorite, du porphyre, etc.

Enfin, si les substances composantes éprouvent de l'altération on a des matières particulières; tel est le kaolin qui paraît n'être qu'une pegmatite décomposée.

Le groupe granitique se lie avec les gneiss, avec les arkoses des terrains pénéen, triasique et liasique. Mais c'est surtout avec le terrain porphyrique que la liaison est plus intime; car, outre les ressemblances de composition et les intercalations alternatives de masses, il y a une pénétration dans les mêmes masses du porphyre dans le granit et du granit dans le porphyre.

Les influences météoriques ont une action décomposante assez rapide sur les masses granitiques, dont elles changent la superficie en terrains meubles, soit sableux, soit même argileux, dans lesquels on reconnaît encore les grains granitoïdes disséminés.

Le terrain granitique contient un assez grand nombre de minéraux.

B. Le *groupe porphyrique* a les plus grandes ressemblances avec le terrain granitique, tant sous le rapport du faciès des contrées où il domine, que pour la texture. Il se lie également avec tous les mêmes terrains primaires, secondaires et tertiaires. On le divise en trois systèmes : le *porphyre rouge* ou *quartzifère ;*

le *vert* ou *ophiolitique ;* le *noir* ou *pyroxénique*, qui passe souvent de l'un à l'autre et qu'on ne peut pas toujours distinguer rigoureusement.

1° Le terrain porphyrique rouge est principalement composé de porphyre rouge quartzifère, et se lie au granit dans lequel il s'intercale aussi bien que dans les autres terrains.

2° Le terrain porphyrique vert est principalement caractérisé par l'ophiolite ; il se confond souvent avec le rouge et se trouve dans les mêmes conditions ; les ophiolites renferment quelquefois de la diallage, de l'albite, de l'amphibole : ce terrain serpentineux se lie avec des stéaschistes, des calschistes talciques, des cipolins, des ophicalces, des dolomies et des calcaires.

3° Le terrain porphyrique noir ressemble tellement au rouge qu'il est bien difficile d'établir une ligne de démarcation. Cependant ses principaux caractères sont l'absence des grains de quartz, la présence des roches pyroxéniques, et surtout du mélophyre, la tendance à prendre des teintes noires ou grisâtres, etc.

En terminant, nous ajouterons un mot sur les terrains pyroïdes, qu'on a à tort classés avec les précédents, puisqu'ils sont postérieurs à la création et de toutes les époques ; nous n'en parlons donc ici que pour en donner la notion ; on y comprend :

1° Le *basalte*, qui forme ordinairement des culots ou élévations coniques qui percent au milieu des autres terrains et sont composés d'un assemblage de prismes grisâtres ou noirâtres, qui ressemblent à des colonnes prismatiques brisées ; il forme aussi des masses cohérentes d'une étendue assez considérable ; d'autres fois, il se divise en tables ou feuillets assez minces pour être employés comme l'ardoise à couvrir les toits. Enfin, on le trouve en roches meubles ou conglomérées autour des masses prismatiques ou solides.

Il part des terrains granitiques pour traverser, comme nous l'avons vu, tous les autres terrains.

2° Le *trachyte* est principalement caractérisé par l'éclat vitreux d'une partie des roches qui le composent, et par sa tendance à former des montagnes coniques ; on le divise en roches

cristallines et massives et en roches conglomérées et meubles; ces dernières sont au pied des montagnes coniques formées par les premières. Ces roches cristallines consistent principalement en trachyte, domite, phonolite, perlite, obsidienne, ponce, eurite et argilophyres. Indépendamment de leur éclat vitreux, la plupart des roches trachytiques sont remarquables par une âpreté au toucher, qui est l'origine du nom de *trachyte*.

3° Les *roches volcaniques*, *laves* des auteurs. Ce groupe a tant de rapports avec les deux précédents auxquels il est souvent mêlé, qu'il est assez difficile de l'en distinguer; cependant la présence de cratère, la disposition en coulées, sont des circonstances assez générales des formations volcaniques. Ces roches sont aussi divisées en massives, les laves; et en meubles et conglomérées, les cendres, les scories, comme les tuffs ponceux qui contiennent des fragments de ponce.

Ces trois divisions pyroïdes sont, comme nous l'avons déjà dit, de tous les terrains, et dans leur contact et leur voisinage, les roches neptuniennes sont modifiées et prennent le plus souvent l'aspect cristallin et la texture saccharoïde.

Le tableau suivant résume toute la géognosie, non pas à la manière hypothétique ordinaire, mais en cherchant à faire sentir, parce qu'il est impossible de les rendre par un tableau, les vrais rapports, la disposition et la superposition des terrains.

1° Les terrains n'y sont point présentés superposés dans une ligne verticale, mais en degrés successifs ; en sorte qu'en partant du terrain tertiaire on marche successivement sur la craie, le terrain jurassique, le lias, le trias, le grès houiller et les diverses assises des terrains primaires, et enfin sur le sol de la création.

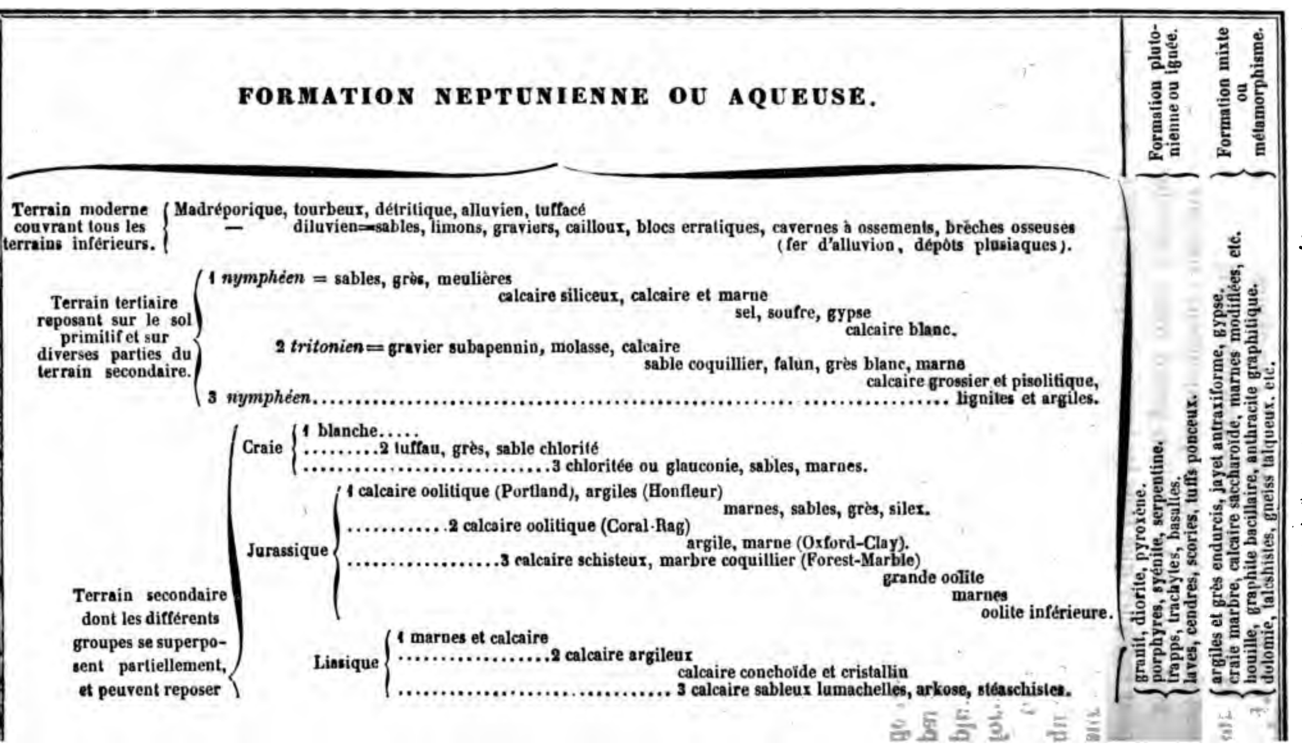
2° Chaque terrain est divisé en groupes, qui sont de même présentés en degrés pour les mêmes raisons.

3° Chaque groupe est divisé en étages également gradués ; tantôt ces étages enjambent le supérieur sur l'inférieur pour marquer que celui-ci sort de dessous l'autre ; tantôt ils n'enjambent pas, pour indiquer qu'il n'y a pas superposition, au moins constante, de l'un sur l'autre.

4° Dans chaque groupe, les systèmes parallèles sont écrits sur la même ligne; et les systèmes superposés, ou engrenants, sont écrits sur des lignes qui enjambent l'une sur l'autre.

5° Le sol de la création prend toute l'étendue du tableau pour indiquer que tous les terrains reposent par quelque point sur lui, comme par les dispositions précédentes nous indiquons qu'ils viennent tous affleurer à la superficie.

6° Enfin, sous une accolade latérale qui embrasse toutes les formations neptuniennes, nous avons résumé les formations plutoniennes et métamorphiques, pour indiquer qu'elles sont parallèles à toutes les formations neptuniennes et qu'elles sont de tous les terrains.



FORMATION NEPTUNIENNE OU AQUEUSE.

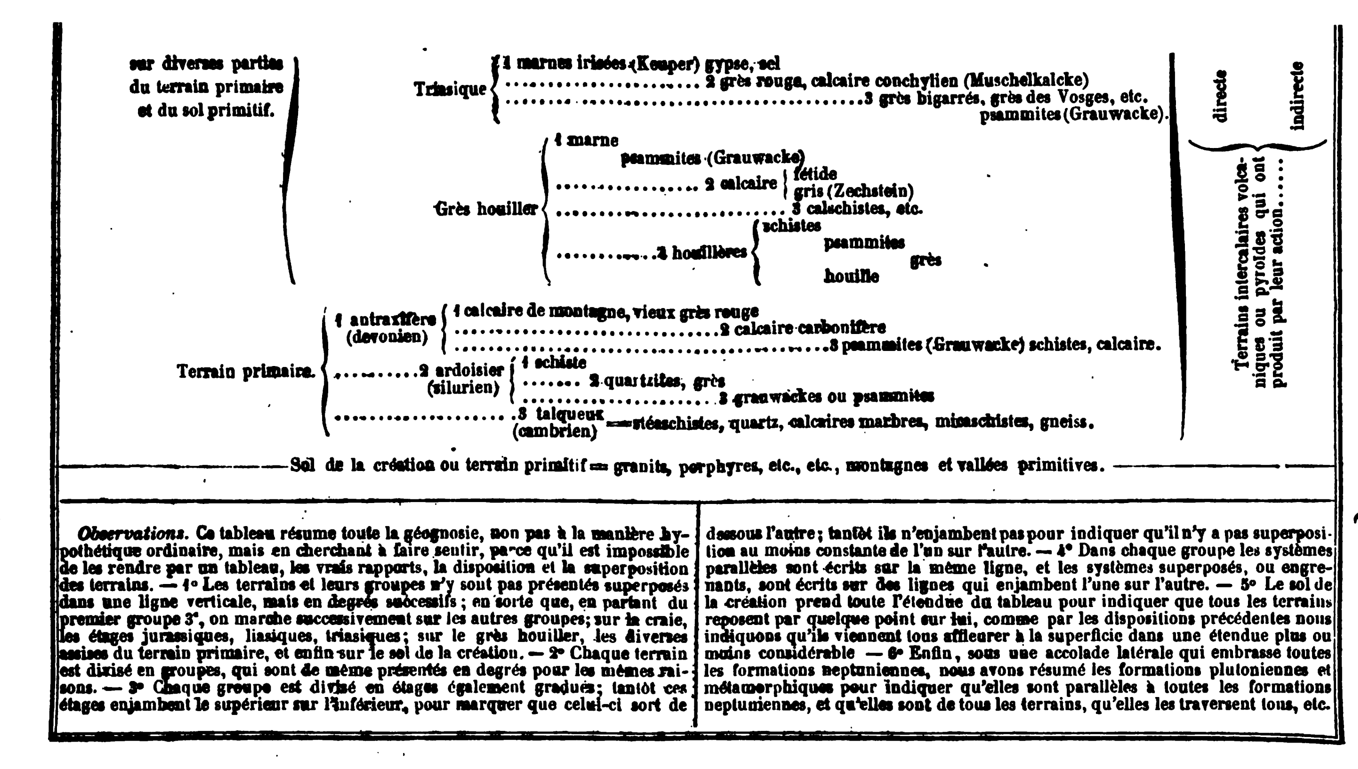
Terrain moderne couvrant tous les terrains inférieurs.
- Madréporique, tourbeux, détritique, alluvien, tuffacé
- — diluvien = sables, limons, graviers, cailloux, blocs erratiques, cavernes à ossements, brèches osseuses (fer d'alluvion, dépôts plusiaques).

Terrain tertiaire reposant sur le sol primitif et sur diverses parties du terrain secondaire.
- 1 *nymphéen* = sables, grès, meulières
  - calcaire siliceux, calcaire et marne
  - sel, soufre, gypse
  - calcaire blanc.
- 2 *tritonien* = gravier subapennin, molasse, calcaire
  - sable coquillier, falun, grès blanc, marne
  - calcaire grossier et pisolitique,
- 3 *nymphéen* .... lignites et argiles.

Terrain secondaire dont les différents groupes se superposent partiellement, et peuvent reposer
- Craie
  - 1 blanche.....
  - ....2 tuffau, grès, sable chlorité
  - ....3 chloritée ou glauconie, sables, marnes.
- Jurassique
  - 1 calcaire oolitique (Portland), argiles (Honfleur)
    - marnes, sables, grès, silex.
  - ....2 calcaire oolitique (Coral-Rag)
    - argile, marne (Oxford-Clay).
  - ....3 calcaire schisteux, marbre coquillier (Forest-Marble)
    - grande oolite
    - marnes
    - oolite inférieure.
- Liasique
  - 1 marnes et calcaire
  - ....2 calcaire argileux
    - calcaire conchoïde et cristallin
  - ....3 calcaire sableux lumachelles, arkose, stéaschistes.

Formation plutonienne ou ignée.
- granit, diorite, pyroxène.
- porphyres, syénite, serpentine.
- trapps, trachytes, basaltes.
- laves, cendres, scories, tuffs ponceux.

Formation mixte ou métamorphisme.
- argiles et grès endurcis, jayet antraxiforme, gypse.
- craie marbre, calcaire saccharoïde, marnes modifiées, etc.
- houille, graphite bacillaire, anthracite graphitique.
- dolomie, talcshistes, gneiss talqueux, etc.



sur diverses parties du terrain primaire et du sol primitif.

Triasique:
- 1 marnes irisées (Keuper) gypse, sel
- .... 2 grès rouge, calcaire conchylien (Muschelkalcke)
- .... 3 grès bigarrés, grès des Vosges, etc. psammites (Grauwacke).

Grès houiller:
- 1 marne psammites (Grauwacke)
- .... 2 calcaire { fétide / gris (Zechstein)
- .... 3 calschistes, etc.
- .... 4 houillères { schistes / psammites / grès / houille

Terrain primaire.
- 1 antraxifère (devonien) { 1 calcaire de montagne, vieux grès rouge / .... 2 calcaire carbonifère / .... 3 psammites (Grauwacke) schistes, calcaire.
- .... 2 ardoisier (silurien) { 1 schiste / .... 2 quartzites, grès / .... 3 grauwackes ou psammites
- .... 3 talqueux (cambrien) = stéaschistes, quartz, calcaires marbres, micaschistes, gneiss.

directe / indirecte — Terrains intercalaires volcaniques ou pyroïdes qui ont produit par leur action......

——Sol de la création ou terrain primitif = granits, porphyres, etc., etc., montagnes et vallées primitives. ——

Observations. Ce tableau résume toute la géognosie, non pas à la manière hypothétique ordinaire, mais en cherchant à faire sentir, parce qu'il est impossible de les rendre par un tableau, les vrais rapports, la disposition et la superposition des terrains. — 1° Les terrains et leurs groupes n'y sont pas présentés superposés dans une ligne verticale, mais en degrés successifs ; en sorte que, en partant du premier groupe 3°, on marche successivement sur les autres groupes; sur la craie, les étages jurassiques, liasiques, triasiques; sur le grès houiller, les diverses assises du terrain primaire, et enfin sur le sol de la création. — 2° Chaque terrain est divisé en groupes, qui sont de même présentés en degrés pour les mêmes raisons. — 3° Chaque groupe est divisé en étages également gradués; tantôt ces étages enjambent le supérieur sur l'inférieur, pour marquer que celui-ci sort de dessous l'autre; tantôt ils n'enjambent pas pour indiquer qu'il n'y a pas superposition au moins constante de l'un sur l'autre. — 4° Dans chaque groupe les systèmes parallèles sont écrits sur la même ligne, et les systèmes superposés, ou engrenants, sont écrits sur des lignes qui enjambent l'une sur l'autre. — 5° Le sol de la création prend toute l'étendue du tableau pour indiquer que tous les terrains reposent par quelque point sur lui, comme par les dispositions précédentes nous indiquons qu'ils viennent tous affleurer à la superficie dans une étendue plus ou moins considérable — 6° Enfin, sous une accolade latérale qui embrasse toutes les formations neptuniennes, nous avons résumé les formations plutoniennes et métamorphiques pour indiquer qu'elles sont parallèles à toutes les formations neptuniennes, et qu'elles sont de tous les terrains, qu'elles les traversent tous, etc.

LEÇON III.

GÉOGÉNIE.

Après avoir exposé en dehors de toute théorie hypothétique les principes de la géognosie et les principaux faits que l'observation du sol nous fournit, nous devons essayer, avec tous les géologues, de rechercher et d'apprécier les causes des phénomènes et des faits que nous connaissons déjà dans leur généralité. Or, c'est là l'objet de la *géogénie;* c'est à elle de nous faire remonter à l'origine de la terre, de nous révéler les causes des accidents et de la formation du sol de remblai, c'est-à-dire de l'enveloppe solide que le globe a acquise depuis sa création. Mais nous ne devons pas oublier que la terre n'est point un être organisé, soumis à des lois fixes, et accomplissant sous l'empire de ces lois des fonctions et des actes fixes et déterminés; corps brut, dont nous admettons la création primordiale pour une fin en harmonie avec les êtres qui doivent l'habiter, nous ne pouvons pas en dire autant des particularités de la surface, ou de ce qu'on nomme l'écorce du globe. Il n'y a point, en effet, là de création pas plus qu'il n'y a fonctions et actes régis par des lois fixes.

Ce n'est évidemment qu'une destruction de ce qui existait et une disposition sous une autre forme, pour ainsi dire accidentelle, et, par conséquent, locale, des matières provenant de cette destruction. C'est ainsi que l'a entendu Werner dans sa division des gîtes minéraux ou roches en deux classes seulement : 1° des roches ou terrains primitifs; et 2° des roches secondaires.

Cependant la destruction, qui nous occupe, étant le résultat de causes diverses, variables dans leur nombre et leur intensité, il s'ensuit qu'il ne peut y avoir de principe à l'aide duquel on puisse relier et subordonner les parties, les faits et

les phénomènes. Or, sans principe, point de système possible; car le système, dans une science quelconque, ne peut être que l'enchaînement et la subordination des faits, des phénomènes et des êtres à l'aide d'un principe assez général pour les embrasser et les régir tous. Quand ce principe existe, et qu'il a été logiquement appliqué, il conduit à des conséquences rigoureuses qui fournissent la prévision, dernier terme de toute science constituée.

Puisqu'il n'y a pas de principe possible en géologie, à cause de la nature même du sujet, il s'ensuit qu'il ne peut y avoir de système géologique; mais, à défaut de système, il peut y avoir une conception qui s'en rapprochera plus ou moins, en laissant, toutefois, toujours un large champ à la discussion, parce que la démonstration ne pourra jamais être assez rigoureuse sur tous les points.

La conception géologique devra tenir compte des lois physiques et chimiques qui agissent continuellement sur le globe pour le modifier; des lois astronomiques, auxquelles la terre est également assujettie pour en subir les influences; des lois météorologiques, qui ont une si grande action sur tous les êtres; des lois qui régissent les êtres organisés, dans leurs habitudes, leurs mœurs et leurs fonctions, puisqu'une grande partie de l'écorce du globe est formée des débris de ces êtres; de ces lois diverses, combinées dans leurs effets, résulte l'ensemble harmonique de l'univers et des êtres, qui devra être l'un des principaux guides du géologue dans sa conception scientifique.

Mais il faudra tenir compte aussi de l'instabilité de la nature; *à priori* il ne peut y avoir stabilité dans l'ensemble des choses créées, matières, êtres et phénomènes. Toute chose matérielle créée doit cesser d'exister après un temps plus ou moins long.

A posteriori, il en est évidemment de même, sans nous occuper du m de en général, qui a très-probablement subi des variations, il est certain que l'état de la terre en particulier n'est pas stable, quoique la loi de la pesanteur soit toujours la même. En effet, la couche atmosphérique varie et a pu varier dans sa profondeur ou son élévation; dans sa composition, c'est-à-dire dans la quantité de sa partie aérienne et de

sa partie aqueuse; dans la proportion d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote.

La couche aqueuse ou liquide qui enveloppe la terre, a varié dans sa partie salée ou les mers; dans sa partie douce, les lacs et les courants; dans la profondeur et l'étendue proportionnelle des deux sortes d'eau; dans leur composition chimique et la salure des mers.

L'enveloppe solide a varié dans ses couches ou ses terrains; et tous les jours nous voyons des couches se former sous nos yeux à l'état meuble d'abord; et nous en voyons d'anciennes se décomposer pour aller en former de nouvelles.

Les roches granitiques ou primordiales, elles-mêmes, éprouvent des changements, au moins dans leurs parties les plus superficielles.

Si le changement est difficile à prouver pour la forme générale du globe, il est évident pour sa forme particulière, continuellement modifiée par la production des roches ignées et par la décomposition des autres roches, etc.

Il y a également variation dans le grand groupe des corps organisés végétaux, soit dans leurs grandes divisions, soit dans leurs familles, dans le nombre des individus, dans les variétés de développement, dans la distribution géographique, etc., etc.

Il faut en dire autant des animaux et même de l'espèce humaine; pour celle-ci surtout, l'augmentation des individus dans la race développe à son avantage son action sur les autres êtres créés; mais par contre elle diminue l'harmonie de la création, et tend à la destruction; car la vie du monde est dans l'harmonie des êtres et des phénomènes qui le constituent.

Dieu donc en créant les êtres organisés n'a pas limité dans le temps et dans l'espace les points de la série animale et végétale; mais un ensemble de circonstances ou d'effets, devenus cause, souvent inappréciable pour l'intelligence humaine, agit dans ces résultats de destruction.

C'est d'après ce fait général, résultat direct de l'observation, qui nous montre la destruction partout, que les connaissances géologiques doivent être présentées dans leur

ensemble et comme devant invoquer le secours de la paléontologie, ou mieux de la botanique, de la zoologie, de la météorologie, de la physique et de la chimie.

C'est pour ne s'être pas placés à ce point de vue qu'il semble que les naturalistes, qui se sont appliqués plus spécialement à l'histoire naturelle de la terre, n'ont pas suivi dans cette étude la marche nécessaire pour arriver à une conception telle qu'ils aient pu facilement donner la démonstration de la liaison et de la généralisation des faits nombreux et locaux, souvent même incomplets quand ils ne sont pas erronés, qu'ils ont déjà accumulés.

Il nous semble qu'ils y seraient parvenus plus tôt et plus heureusement, du moins plus complétement, en s'y prenant un peu autrement qu'ils n'ont fait, ainsi que nous le verrons plus tard.

Mais nous avons d'abord à jeter un coup d'œil rapide sur les causes actuellement agissantes, à la surface et dans l'intérieur du globe, afin qu'à leur aide nous puissions essayer de remonter aux effets anciens. Nous rangerons ces causes sous quatre chefs principaux : 1° les causes physiques et météorologiques ; 2° les causes physiologiques ; 3° les causes aqueuses ; 4° les causes ignées. Mais il faut bien retenir que ces causes se combinent dans leur action et qu'il est souvent difficile de distinguer bien nettement quelle est la part de l'une ou de l'autre.

I. *Causes physiques et météorologiques.* — Parmi les causes physiques, l'une des plus énergiques est l'électricité répandue dans tous les corps de la nature : elle pénètre tout le globe et agit continuellement sur les diverses substances hétérogènes qui le composent, pour les décomposer et les combiner sous d'autres formes ; tout porte à croire que ce fluide universel est une des principales causes des phénomènes ignés dont nous aurons à étudier les effets. Mais les alternatives d'électricité en plus ou en moins dans l'atmosphère, amènent la plupart des météores qui agissent continuellement sur la superficie du sol. Les vents, les brouillards, les orages, etc., sont des effets dus en grande partie à l'électricité atmosphérique. Ces alternatives d'électricité, jointes aux alternatives de température, agissent aussi bien sur le sol et les minéraux qui le composent,

que sur les liquides contenus dans les bassins des mers, et sur l'atmosphère.

Il en résulte non-seulement des évaporations et des condensations aqueuses plus ou moins considérables et étendues, mais encore des désagrégations, peut-être même des décompositions des minéraux formant les élévations et qui, entraînées par les condensations aqueuses coulantes à la surface, remplissent et comblent les bassins.

L'air, par son mouvement continu, ses alternatives de température, d'humidité ou de sécheresse, agit tout aussi fortement sur la surface du sol. C'est ainsi que les vents, les influences atmosphériques, les infiltrations et la congélation des eaux, les brouillards, attaquent continuellement les roches superficielles, les pénètrent, les désagrégent, souvent les décomposent, et font de leurs débris des matières meubles, qui n'ont plus besoin que d'une cause qui les entraîne.

Les pics les plus élevés, exposés à toute la violence de ces agents divers, sont attaqués de tous les côtés et coupés comme les falaises des mers. C'est ainsi que les Hautes-Alpes sont déchirées de tous les côtés, et ont perdu beaucoup de leur élévation et de leur masse, par ces causes très-actives, et elles en perdent journellement. Les Cordillères, les Altaïs, les Ourals, les Valdaïs, les Pyrénées, etc., présentent partout les mêmes phénomènes. Les observateurs voyageurs rapportent avoir été très-souvent témoins de la chute d'une grande quantité de ces débris, qui éboulent les uns sur les autres et sont ensuite emportés par les eaux courantes ou forment des amas au pied des montagnes.

Aux causes météoriques il faut joindre les neiges et leurs avalanches avec les glaciers. Les neiges, accumulées sur les hautes montagnes, commencent vers la fin de l'hiver à se détacher et à glisser avec rapidité sur le flanc de ces montagnes. En glissant ainsi, elles augmentent leur masse et entraînent avec elles les débris de rochers et souvent d'énormes blocs.

On a attribué l'origine des *glaciers* à l'accumulation de ces avalanches dans des lieux où la chaleur de l'été suffit pour les ramollir et les imprégner d'eau, mais non pour les fondre entièrement; de sorte que la masse se transforme, par le froid

de l'hiver, en glace qui sera recouverte et augmentée par de nouvelles avalanches.

D'autres ont attribué les glaciers à l'action des vents qui accumuleraient la neige, et à celle du soleil qui déterminerait dans la glace de petites fissures qui se remplissent d'eau, laquelle, se congelant pendant la nuit ou pendant l'hiver, détermine une dilatation de la masse.

Quoi qu'il en soit, le mouvement des glaciers ne peut être indéfini; dès qu'ils arrivent à une température assez forte pour les fondre, ils s'arrêtent en produisant des inondations considérables dans les vallées. Or, on conçoit qu'à mesure que les plus hautes montagnes s'abaissent, les glaciers doivent diminuer de nombre et d'étendue; de nombreux faits tendent à prouver, en effet, que les glaciers ont été beaucoup plus nombreux et plus étendus qu'ils ne le sont actuellement.

On pense aussi qu'il faut attribuer aux glaciers l'origine d'une grande partie des glaces flottantes que l'on voit dans les mers polaires, du moins de celles que leur volume fait ressembler à des montagnes; mais il faut ajouter qu'il se forme aussi des glaces dans les mers polaires.

L'influence du soleil et de la lune combinée est la cause du mouvement des eaux en masses, et aussi des mouvements atmosphériques, et chacun sait combien ce double mouvement a de force destructive sur la superficie de la terre, soit par l'érosion des falaises du rivage des mers, soit même par une plus grande force ajoutée à tous les agents précédents. Mais une autre action de la gravitation, signalée par Buffon, c'est d'opérer dans les couches meubles et solides du globe un tassement des matières qui les composent et qui tend de plus en plus à les fixer. De là aussi, comme du retrait des grandes couches par la sécheresse, résultent des glissements de ces couches dans l'intérieur du sol et par suite des secousses et des brisements analogues aux tremblements de terre. Les observations les plus récentes attribuent même des tremblements de terre et des éboulements à de pareils dérangements dans les couches inférieures de certaines montagnes.

La lune a une autre action particulière non moins remarquable. Des expériences positives prouvent qu'elle hâte

puissamment la putréfaction des substances animales et végétales exposées à ses rayons ; de nombreuses observations prouvent également son influence sur la végétation soit pour mûrir les fruits, soit pour la circulation de la sève et l'accroissement du bois. Or, elle agit également sur les pierres de nos édifices, et nul doute qu'elle n'exerce aussi une action délitante sur les roches diverses qu'elle éclaire de ses rayons à la surface de la terre.

Il faut ranger dans les causes météorologiques les eaux des pluies et les eaux torrentielles ; ces eaux sont produites irrégulièrement ou périodiquement ; dans le dernier cas, comme sur les bords du Nil, du Gange et sur les rivages des mers, des nuages s'élèvent toujours du même côté et, poussés par les mêmes vents périodiques, viennent se résoudre en pluies sur les mêmes points.

Ces eaux périodiques ou irrégulières dégradent sans cesse les montagnes ; elles en diminuent les sommets élevés et les amènent à une pente douce, qui, lorsqu'elle est à un certain point, par exemple à 45 ou 40 degrés, se soutient et résiste plus longtemps. Il s'ensuit que les montagnes et les collines doivent perdre continuellement, et d'autant plus que leurs pentes sont plus rapides. Aussi, toutes les montagnes présentent-elles partout ruines et débris, accumulés par les pluies et les torrents à leur pied, et formant ce que l'on appelle les *terrains détritiques*. On conçoit dès-lors aussi que les effets de ces causes ont été anciennement d'autant plus énergiques et plus étendus, que les montagnes étaient plus élevées, les vallées plus profondes ; et comme elles tendent à tout niveler, et qu'arrivées à produire une inclinaison peu rapide, elles perdent de leur énergie, elles doivent aller en diminuant de plus en plus leurs effets.

II. *Causes physiologiques.* — *Végétaux.* Les végétaux exercent une double influence sur la décomposition et la recomposition du sol. D'abord par leurs racines ils plongent dans les terrains meubles et, bien plus, on les voit pénétrer dans les roches les plus dures, les fendre et les désagréger ; c'est surtout dans les terrains schisteux que cette action des racines est plus remarquable ; elles s'infiltrent entre les feuillets de

ces roches, les soulèvent et les brisent en mille morceaux, qui sont ensuite entraînés par les eaux torrentielles; il n'est pas rare de voir ainsi des racines pénétrer à plusieurs mètres de profondeur dans le sol schisteux.

Mais les végétaux contribuent principalement par leurs détritus et leurs débris à l'accroissement de la masse solide du globe. Chaque année les feuilles des arbres des immenses forêts, les plantes molles qui croissent sous ces arbres, forment des couches plus ou moins épaisses de détritus, qui sont en partie entraînés par les eaux; les plantes qui croissent sur le bord des fleuves sont entraînées par leurs courants. C'est ainsi que les grands fleuves d'Amérique charrient à la mer des quantités de plantes, d'arbres, de bois de toutes sortes, dont le calcul effraie l'imagination; ce sont des milliers de pieds cubes par jour. D'autre part, il se forme dans tous les pays marécageux des tourbières, qui ne sont que des débris de végétaux aquatiques. On a vu des forêts entières englouties par les eaux, et on en retrouve un assez grand nombre dans les couches les plus superficielles du sol, sur le rivage des mers. Enfin, on rencontre des débris de végétaux dans tous les étages des terrains qui forment l'écorce du globe. Dès-lors, on comprend de quelle haute importance sera l'étude de la physiologie végétale, de la classification naturelle des plantes, afin qu'en comparant les végétaux fossiles aux végétaux vivants, on puisse arriver à déterminer l'organisation des premiers et à remonter par elle à leurs lois physiologiques, aux conditions de leur existence, etc.; et de là, tirer des conséquences pour l'origine et la formation des couches qui en contiennent les restes. L'état de conservation des végétaux fossiles, leur disposition dans les diverses assises du sol, ou ce qu'on appelle leur gisement, conduiront à reconnaître quelles sont les causes qui les ont enfouis.

Animaux. Les animaux plus encore que les végétaux paraissent avoir largement contribué à l'accroissement de l'enveloppe solide du globe. D'abord, tous les animaux à transsudation calcaire, les polypiers et les rayonnés de toute espèce, les mollusques avec leurs coquilles, paraissent avoir produit la majeure partie des calcaires qui forment des masses si considé-

rables dans presque tous les terrains. Aujourd'hui encore nous voyons s'élever rapidement dans les mers du sud des récifs nombreux et vastes, au point d'embarrasser la navigation, et qui sont produits par le travail continu des polypes qui habitent ces mers ; des amas de coquillages sont également enfouis dans le bassin des mers, ou jetés sur leurs rivages. Les animaux qui vivent dans les eaux douces sont également entraînés à la mer, ou enfouis sur les rives des fleuves ou dans le fond des lacs. Enfin, les animaux terrestres eux-mêmes sont parfois saisis par les eaux et déposés dans les couches qui se forment encore aujourd'hui.

La distinction des animaux en marins, fluviatiles et terrestres, devient de la plus haute importance pour déterminer encore l'origine et la formation des couches dans lesquelles on les rencontre. Ainsi, des animaux exclusivement marins prouvent des dépôts formés par les mers ; des animaux exclusivement d'eau douce ou terrestres prouvent des dépôts formés par les fleuves ou dans les lacs.

Le mélange des fossiles marins avec les fossiles d'eau douce ou terrestres prouve des dépôts formés par le concours des mers et des fleuves. Bien d'autres conséquences ressortent de l'étude des animaux fossiles, et de la détermination de leurs espèces, et par suite de leurs habitudes et de leurs mœurs, pour remonter dans le passé de l'histoire de la terre et de l'état de la vie à sa surface.

III. *Causes aqueuses.* Lorsque les eaux météoriques arrivent à la surface de la terre, elles se divisent en deux portions, dont l'une s'enfonce dans le sol, et l'autre suit les pentes pour se rendre à la mer, si l'évaporation ou d'autres obstacles ne l'arrêtent.

Les eaux qui s'introduisent dans le sol, le traversent pour reparaître au jour par les fontaines et les sources, et se rendre également à la mer quand elles ne sont pas arrêtées dans leur cours.

Le nombre et l'abondance des sources varient suivant la nature du sol et celle des couches qui le composent. Les montagnes granitiques sont presque toujours arrosées par une infinité de petites sources, qui proviennent de la facilité avec

laquelle les eaux pénètrent dans les fentes superficielles et les parties désagrégées de ces montagnes dont la masse inférieure les arrête.

Les montagnes calcaires fournissent des sources rares mais considérables, parce que l'eau ne peut s'y imbiber et qu'elle s'écoule à travers les joints et les fentes qui s'étendent à de grandes distances et aboutissent souvent à des cavernes, qui forment de grands réservoirs souterrains.

Les fontaines dites *artésiennes* sont dues à ce que dans les couches qui se prolongent avec une certaine inclinaison d'un lieu vers un autre, il y a une cavité ou un banc perméable, intercalé entre des bancs imperméables. On conçoit que le banc perméable ou la cavité produise le même effet que les tuyaux de jets d'eau artificiels, de sorte que si l'on y adapte un tuyau vertical, l'eau tendra à s'élever dans ce tuyau à une hauteur égale à celle du point où la couche perméable se trouvera en communication directe avec un dépôt d'eau.

Une autre manière d'expliquer les puits artésiens consiste à admettre que toutes les couches minérales sont généralement, mais inégalement, saturées d'eau, et que la pression des couches supérieures sur les couches inférieures, jointe au phénomène de la capillarité, détermine, dans le cas de la perforation par un tuyau étroit, l'ascension de l'eau dans ce tuyau.

La filtration des eaux à travers le sol donne lieu à la formation des cristaux, à des concrétions ferrugineuses et même siliceuses ; il y a même des sources où, comme dans les sources chaudes de l'Islande, se forment des concrétions siliceuses qu'on a appelées en Islande *geyserite*. D'autres sources, en plus grand nombre, forment des concrétions calcaires, des dépôts tuffacés, tels que les travertins de la campagne de Rome, etc.

Enfin, il y a des sources d'eaux minérales et thermales qui contribuent aussi à modifier le sol qu'elles traversent et sur lequel elles viennent couler à la surface. La chaleur de ces eaux est due aux mêmes causes que celle de l'intérieur du globe.

Enfin, les eaux courantes, à la superficie du sol, produisent des phénomènes bien plus étendus ; elles prennent d'abord tous les débris accumulés par les causes dont nous avons parlé, et les entraînent par les fleuves, les rivières qui les déposent dans

les vallées ou vers leur embouchure et forment ainsi les terrains *alluviens;* les *terrains détritiques* ont la même origine, mais les débris qui les composent sont demeurés en place, ou au pied des montagnes; et quand ces débris accumulés sont le résultat des glaciers, ils prennent le nom de *moraines.*

Les eaux des rivières et des fleuves ravinent aussi continuellement leurs bords et le sol sur lequel elles coulent, et en entraînent les débris à la mer, et là viennent former sur les rivages des dépôts qui étendent le domaine de nos continents aux dépens de celui des eaux, et qui portent le nom d'*attérissement*, et donnent naissance aux plaines basses nommées *delta :* telles sont celles formées en Europe par la réunion du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut; en Egypte par le Nil; au Bengale, par le Gange; en Amérique par le Missouri et le Mississipi, etc.

D'autres fois, les fleuves, prolongeant leur cours bien avant dans les mers, vont former leurs dépôts dans le fond des bassins marins. C'est ainsi qu'on suit à plus de cent lieues, dans la mer, le cours des grands fleuves d'Amérique.

Les eaux des mers, à leur tour, dégradent continuellement leurs falaises en certains lieux et les accroissent en d'autres. Elles déposent sur tous les rivages des sables, des galets, des marnes, des argiles, des coquillages de toutes sortes. Elles forment dans plusieurs endroits de leurs bassins des couches solides, calcaires et calcaréo-siliceuses, que l'on peut souvent observer dans les grandes marées où la mer retire très-bas; c'est ainsi qu'on le voit dans la baie de Saint-Brieuc, entre Étables et les îles du Portrieux.

Lorsque les côtes sont basses, les dépôts de sables forment des monticules qu'on appelle *dunes;* les vents se joignent aux eaux pour pousser les sables des dunes dans l'intérieur des terres, quelquefois avec une rapidité telle que des villages et même des contrées sont envahis et recouverts en très-peu d'années, si on ne les arrête.

Les courants marins, partiels ou généraux, le mouvement continuel des eaux marines, contribuent puissamment à transporter au loin les débris divers dont ils s'emparent.

Les eaux des lacs sont encore un autre agent modificateur de la surface du globe; d'abord il se forme dans ces lacs des

dépôts qui finissent par les combler ; d'autres fois, la crue des eaux, la rupture des digues, par des tremblements de terre ou d'autres causes, donnent lieu à des débâcles qui vident les lacs ; creusent les vallées et vont former de nouveaux dépôts. Cet écoulement des lacs s'est accompli sur une bien plus vaste échelle autrefois qu'aujourd'hui, bien qu'on l'observe encore de temps à autre.

IV. *Causes ignées.* La première cause ignée est la température générale du globe, qui s'accroît à mesure qu'on descend dans les profondeurs du sol. Nous en avons parlé précédemment ; mais elle paraît plutôt un résultat qu'une cause. Viennent ensuite les volcans ; — on entend, par phénomènes volcaniques, l'ensemble des circonstances qui amènent à la surface extérieure de la croûte solide du globe, les dépôts que nous avons fait connaître sous le nom de terrain volcanique ; et un volcan se compose d'une certaine quantité de ces matières et de l'orifice plus ou moins ramifié, par où elles sont sorties. Les volcans produisent des laves, des scories, des cendres, etc. Ces produits divers se relient pour la composition minérale et la disposition aux trachytes et aux basaltes.

Il y a un grand nombre de volcans terrestres en activité ; ils forment des montagnes par l'accumulation de leurs éjections ; mais il y a un plus grand nombre encore de volcans éteints au milieu de tous les terrains. Il y a aussi des volcans sous-marins ; de temps à autre on les voit soulever des îles au milieu des eaux ; et l'histoire a constaté un grand nombre d'apparitions de ces îles.

Les tremblements de terre sont un phénomène intimement lié aux volcans ; ils soulèvent le fond des mers, produisent ainsi de nouvelles îles, et engloutissent parfois de larges contrées, des continents ; d'autres fois ils disloquent les couches stratifiées du sol, et par un mouvement de bascule produisent des affaissements et des élévations ; c'est par là qu'on a cherché à expliquer la formation d'un assez grand nombre de montagnes secondaires, et la variation dans la direction et l'inclinaison des couches stratifiées ; on comprend, en effet, que de pareilles dislocations dans les bassins des mers auront changé la direction des courants, et, par suite, celle des dépôts.

Nous nous bornerons pour le moment à cette simple énumération des principales causes actuellement agissantes; nous reprendrons chacune d'elles plus tard pour les discuter à fond.

Nous devons cependant tirer quelques conséquences des faits exposés :

1° à toutes les époques la cause aqueuse et la cause ignée, les causes physiques et météorologiques, les causes physiologiques ont agi simultanément sur divers points du globe, et elles ont, par conséquent, pu produire des effets analogues en diverses localités; c'est cette action simultanée des causes diverses qu'on a appelée *synchronisme de formation*, désormais démontré en géologie par un trop grand nombre de faits pour qu'on puisse le révoquer en doute.

Ainsi lorsque des couches marines et d'eau douce alternent par l'engrenage des extrémités, par lesquelles elles se joignent, on doit les regarder comme synchroniques.

Lorsqu'au contraire des couches sont superposées dans la majeure partie de leur étendue, qu'elles sont inclinées dans le même sens et qu'elles ont la même direction, ce qu'on appelle *stratification concordante*, et qu'elles se lient par leur composition minéralogique, elles ont été déposées successivement et par une même cause continue.

Si les couches sont inclinées diversement et ont une direction opposée, les supérieures se dirigeant dans un autre sens que les inférieures, c'est ce qu'on appelle *stratification discordante*, laquelle conduit à supposer que la cause aqueuse a été contrariée, dérangée dans la direction de ses effets par la cause ignée qui a soulevé les couches inférieures, changé les courants qui ont ensuite déposé dans un autre sens les couches supérieures.

2° La cause ignée, en réagissant sur les formations aqueuses, les a modifiées dans leur texture et leur composition minérale, de manière à changer des calcaires stratifiés, des craies mêmes, etc., en calcaires saccharoïdes et grenus; elle a agi de la même manière sur toutes les espèces de roches neptuniennes en contact avec les roches plutoniennes; c'est ce qu'on a appelé le métamorphisme.

3° Enfin, la cause aqueuse et la cause ignée ont pu concourir ensemble, dans les volcans sous-marins, par exemple, à former des roches mixtes; on a attribué les basaltes à ce concours des deux causes.

Des conséquences que nous venons de tirer, des faits exposés d'où elles ressortent, des principes et du point de départ que nous avons admis et que nul ne peut songer à réfuter, nous arrivons à une conclusion générale qui devra nous servir de principe et de guide dans toute la suite de ce Cours.

Puisque les lois physiques produisent encore aujourd'hui des effets analogues aux effets anciens; puisque les êtres organisés, végétaux et animaux, continuent encore aujourd'hui à accroître la masse solide du globe, comme ils y ont contribué autrefois, ainsi que leurs débris rencontrés à toutes les profondeurs nous le prouvent; puisque les eaux et la chaleur agissent encore, comme elles ont agi autrefois; nous en conclurons qu'il y a eu à toutes les époques un ensemble harmonique des lois de l'univers et des êtres qu'il ne peut être permis de renverser et de nier par des théories géologiques quelconques; parce que ce serait partir de l'inconnu pour nier le connu; de l'hypothèse pour nier la réalité.

Lors donc qu'une théorie géologique quelconque aura besoin, pour s'étayer, de supposer d'autres lois que celles de l'ensemble harmonique actuel, nous devrons la regarder comme non avenue, parce qu'elle est impuissante à se prouver. Et si, plus audacieuse encore, elle vient contredire les lois connues, les lois d'existence des êtres, elle sera par là même jugée sans rémission comme fausse et absurde, et, par conséquent, devant être bannie de la science.

C'est ainsi que nous repousserons la théorie qui prétend que la portion des terrains agalisiens et hémilysiens que nous avons appelés terrains primaires, aurait été déposée et formée à l'époque où les eaux n'existaient encore qu'à l'état gazeux sur la terre; nous la repousserons, dis-je, parce que, rencontrant dans ces terrains des animaux fossiles qui sont organisés pour vivre dans l'eau, il faudrait en conclure, comme n'ont pas craint de le faire certains auteurs, qu'il a existé des poissons avant qu'il

y eût des eaux liquides. Une théorie qui aboutit à une telle conclusion n'a pas besoin d'être discutée.

D'autres théories se fondant sur le fait que des animaux fossiles se rencontrent dans les couches inférieures avant toute trace de végétaux, et voulant pourtant relier ces faits avec l'ordre de la création, sont amenées à conclure que les animaux ont pu exister avant qu'il y eût des végétaux. De telles conclusions nous feront encore repousser ces théories, parce que c'est une loi de l'organisation et de la vie, que les animaux carnassiers ne peuvent vivre s'il n'y a des animaux herbivores, et que ceux-ci ne peuvent exister sans les végétaux. Les faits que ces théories veulent plier à leur hypothèse nous conduiront, au contraire, à reconnaître que les végétaux et les animaux ont été créés en même temps, et que la rencontre des uns ou des autres dans les couches diverses du sol, ne prouve nullement l'ordre de la création, mais bien la succession d'habitation et les circonstances favorables à la conservation exceptionnelle de leurs débris.

La variété, dans les fossiles des couches inférieures et des couches supérieures, qui montre dans certaines couches inférieures des espèces, des genres ou des classes que l'on ne rencontre plus dans les couches qui sont au-dessus, a porté des géologues à supposer qu'il y avait eu des créations successives; et des destructions aussi successives avant la création que nous observons et dont nous faisons partie, et que ces créations antérieures étaient régies par d'autres lois que celles de la création actuelle. Ces conséquences exorbitantes n'ayant aucune autre preuve que des hypothèses d'une imagination hardie, sont opposées à toutes les lois comme à tous les faits connus. 1° L'organisation des fossiles ne peut être jugée que par sa comparaison avec celle des êtres vivants, et si elle n'était au fond la même, il serait impossible d'établir aucune comparaison; or, une organisation semblable demande des lois semblables. 2° Tous les fossiles connus appartiennent ou à des espèces actuellement vivantes, ou à des genres dans lesquels ils viennent prendre place à côté des espèces vivantes analogues; ou à des familles parmi les genres desquelles ils viennent remplir des lacunes, établir des passages; ou à des

classes, dont ils relient les familles entre elles; ou enfin ils viennent former des classes qui comblent des lacunes entre les classes actuelles de la série animale. Ces faits avérés, pour tout le monde, prouvent que tous les fossiles connus appartiennent à la création dont les restes vivants nous entourent, et que, par conséquent, il faut chercher ailleurs que dans l'hypothèse de créations successives les raisons de leur diversité et de leurs différences d'espèces, de genres, de familles, etc., dans les couches inférieures et supérieures. Et dès que l'habitation successive, les conditions d'existence, les circonstances des milieux se joignent à l'organisation et aux mœurs qui s'en déduisent, pour relier la diversité et les différences entre les fossiles aux lois harmoniques de l'univers et des êtres vivants, le bon sens et la logique nous obligent à abandonner les théories pour rentrer dans cette voie, seule rationnelle.

Il existe des bassins géologiques qui ne paraissent différer entre eux que par la nature de leurs fossiles, par les espèces ou les genres dont ils renferment les débris; fondés sur cette unique différence entre les fossiles, des géologues en ont conclu la diversité des créations, pour arriver à des époques chronologiques plus ou moins longues et séparées par de longs intervalles entre la formation de ces bassins. Comme les conséquences de ces théories sont encore opposées aux lois générales connues, lois qui nous montrent la création une dans son ensemble harmonique, et qu'elles tendent à infirmer la puissance de la loi morale dans son origine, loi morale qui a sa place nécessaire dans l'harmonie de la création, nous les repoussons comme les précédentes; et nous sommes d'autant plus forts, que les lois de la géographie botanique et zoologique nous montrent encore aujourd'hui les espèces animales et végétales diversement réparties sur le globe, soit dans les bassins des mers, soit dans les fleuves et les lacs, soit dans les îles, soit sur les continents; dès-lors, nous en concluons qu'il a pu et dû en être de même autrefois, et nous ne sommes plus étonnés de rencontrer dans des lieux différents des espèces fossiles différentes, parce que ces espèces vivaient en même temps dans les circonstances respectivement favorables que leur offraient les lieux qui en contiennent les restes; nous ne serons

pas étonnés davantage de trouver des espèces semblables à des distances très-éloignées, parce que ces lieux très-éloignés pouvaient alors, comme cela se voit encore aujourd'hui, fournir les conditions d'existence à des espèces semblables.

L'ordre dans lequel apparaissent les fossiles a aussi donné lieu à des théories qui rentrent dans les précédentes et qui, comme elles, sont en contradiction avec les lois connues. Dans les couches les plus inférieures du sol, on rencontre d'abord des animaux aquatiques, ce sont des articulés, tels que les trilobites, puis des mollusques et des rayonnés, des poissons, des reptiles qui vivent à l'embouchure des grands fleuves, et en dernier lieu des animaux terrestres. On en a conclu que ces diverses classes d'animaux, comme les végétaux, avaient été créées à de longs intervalles les unes des autres, et l'on revenait ainsi à des créations successives détruites les unes après les autres.

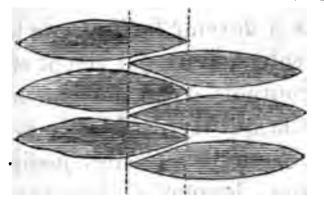
Toujours appuyés sur les lois connues qui nous montrent la création dans un tout harmonique, un ensemble dont les différents degrés sont fonctions les uns des autres; en sorte que si les végétaux sont nécessaires aux animaux, les animaux remplissent aussi une fonction dans la végétation à laquelle ils fournissent des matériaux de nutrition, etc. ; et, en outre, les diverses classes d'animaux sont fonctions les unes des autres, et contribuent à la vie les unes des autres; tellement que si les animaux supérieurs vivent des inférieurs, ceux-ci, à leur tour, trouvent aussi leur pâture dans les premiers. Fondés sur ces lois harmoniques dont la disparition ferait disparaître la vie, que les faits géologiques nous prouvent avoir existé sur la terre sans interruption, nous repoussons les théories qui conduisent à la négation de ces lois. Nous avons, d'ailleurs, dans les conditions nécessaires à la fossilisation, et dans la nature des êtres fossiles, la raison qui fait rentrer leur apparition successive dans l'harmonie générale. En effet, pour former des fossiles il faut de l'eau qui tienne en suspension des molécules minérales, afin que celles-ci puissent envelopper le corps organisé et le dérober ainsi à l'action dissolvante de l'air et de l'eau pure. Or, les animaux les plus favorablement placés pour tomber sous cette loi exceptionnelle, sont d'abord les animaux

marins à transsudation calcaire, puisque leur dépouille qui est déjà en partie minérale se conserve plus facilement; ce sont ensuite les animaux marins qui, vivant et mourant dans le sein des eaux, livrent facilement leurs dépouilles aux circonstances de la fossilisation; puis viennent les végétaux aquatiques d'abord, terrestres ensuite, qui ne pouvant fuir les causes de destruction, sont surpris et entraînés par toutes les causes que nous avons énumérées. Les animaux des fleuves et de leur embouchure sont aussi plus exposés à devenir fossiles que les animaux terrestres; et parmi ces derniers, ceux qui vivent sur les bords des vallées et des grands courants d'eau doivent devenir plus facilement fossiles que ceux qui vivent dans le milieu des terres. Or, l'ordre d'apparition des fossiles justifie pleinement les conditions précédentes, lesquelles s'accordent d'ailleurs avec toutes les lois connues.

D'autres géologues, observant les alternances de superposition des couches marines et des couches d'eau douce, ont formulé de nouvelles théories qui n'ont pas plus d'appui que les précédentes. Voyant une couche marine reposer sur une couche d'eau douce, puis sur celle-ci une autre couche marine, puis une couche d'eau douce, et ainsi de suite, ils ont imaginé des irruptions itératives des mers sur les continents, qu'elles auraient envahis en y détruisant tous les êtres vivants; et après un séjour suffisant pour former leurs dépôts, les mers se seraient retirées; de nouveaux êtres auraient été créés, et les eaux douces auraient succédé sur la même place aux eaux marines et y auraient formé un dépôt. Alors les mers seraient revenues tout envahir et tout détruire, et former un second dépôt, qui aurait été suivi d'une nouvelle retraite des eaux, d'une nouvelle création et de nouveaux dépôts d'eau douce, et ainsi de suite. Une telle théorie ne peut être appuyée par aucune loi physique, car il faut de toute nécessité supposer autant de soulèvements ou d'affaissements du bassin des mers que d'irruptions des eaux marines, et d'autre part autant de nouveaux soulèvements ou affaissements du sol sur lequel reposent les couches alternantes, lorsqu'il n'y a aucune trace de pareilles dislocations, et que tout, au contraire, y est dans la plus grande régularité. Or, un tel appui manquant par les faits mêmes qu'on veut expli-

quer, nulle loi physique ne peut donner la raison de telles irruptions itératives qui, dans certains lieux, auraient dû se reproduire plus de trente à quarante fois, et même plus de cent fois. Ces hypothèses imaginaires sont, en outre, opposées à tout l'ensemble des lois connues.

Il faut donc encore chercher ailleurs la raison des alternances. Or, quand on observe que toutes les couches marines viennent du même côté; que toutes les couches d'eau douce viennent aussi du même côté; qu'à une certaine distance on ne trouve plus que des couches marines superposées sans interruption; que de l'autre côté on ne trouve plus que des couches d'eau douce aussi superposées sans interruption, on est naturellement conduit à supposer que les alternances n'ont eu lieu qu'à l'embouchure de grands fleuves qui amenaient des dépôts d'eau douce, tandis que la mer y amenait des dépôts marins, et qu'à ce point de rencontre a eu lieu un engrenage des couches, qui produit l'alternance en ce point. D'ailleurs, de tels phénomènes se passent encore aujourd'hui; ici tout est naturel et conforme aux lois connues, et comme les alternances ne sont que locales, elles rentrent ainsi dans l'ordre général.



Enfin, certains faits géologiques ont conduit à accepter que des montagnes secondaires auraient bien pu être soulevées par des dislocations du sol. Généralisant trop un fait assez vraisemblable, et le reliant aux irruptions itératives des mers, certains géologues ont voulu faire rentrer toutes les montagnes dans cette seule hypothèse, et par suite formuler une théorie qui expliquerait tous les faits de superpositions, d'alternances dans les couches marines et d'eau douce, de stratifications concordantes et discordantes, de variations dans la succession des êtres vivants, etc.

Cette théorie, qui ne manque pas d'une certaine largeur de conception, est cependant trop exclusive dans sa généralité; elle est d'ailleurs opposée à un trop grand nombre de lois connues pour qu'on puisse l'accepter tout entière. 1° S'il n'y avait pas eu de montagnes primitives, il n'y aurait point eu

de cours d'eau, ni de bassins des mers; partant, la vie était impossible au moins pour les végétaux et les animaux terrestres; en outre, les dépôts primaires n'auraient pu se former, puisqu'il n'y aurait eu ni érosions, ni détritus du sol exondé, ni pentes, ni bassins pour en recevoir les dépôts. 2° Les couches suivent, d'ailleurs, le plus souvent la direction et l'inclinaison des montagnes; ce qui prouve que celles-ci existaient avant la formation des couches. 3° Enfin, dans la généralité trop grande de l'hypothèse en question, il faudrait encore faire abstraction de toutes les lois connues pour les remplacer par d'autres lois imaginaires qui n'ont de preuves que l'hypothèse elle-même. Il faudra donc encore chercher d'autres raisons de la formation de la plupart des montagnes; et c'est ce que nous ferons en son lieu.

Les considérations précédentes suffisent pour faire sentir toute l'importance des principes que nous avons posés, celle de notre point de départ, comme aussi avec quelle prudence et quelle précaution on doit entrer dans l'étude si intéressante d'ailleurs de la géogénie.

Elles suffisent avec les notions de géognosie et de géogénie que nous avons données, pour nous préparer à suivre avec fruit la marche historique des progrès de la géologie

LEÇON IV.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE.

La nature et le but de notre Cours nous conduisent à envisager l'histoire des progrès de la géologie au double point de vue des faits connus et observés et de la théologie; car les faits ne sont pas la science, ils ne sont que les matériaux qu'elle doit employer pour arriver à une conception, puisqu'ainsi que nous l'avons démontré, il ne peut y avoir de systématisation rigoureuse en géologie, par défaut d'un principe. Mais conception

ou système, il faut que la science y arrive; et c'est là aussi que vient forcément le contact de la géologie avec toutes les sciences d'observation d'abord, et en définitive, quoi qu'on en dise, quoiqu'on s'y refuse, son contact nécessaire avec les sciences morales. C'est une nécessité à laquelle nulle science ne peut échapper, parce que l'univers physique, intellectuel et moral est un tout, un ensemble harmonieux dont on ne peut sérieusement toucher l'un des points sans ébranler en même temps tous les autres. Et la géologie, à cause du sujet dont elle s'occupe, a pu peut-être moins que toute autre science échapper à la nécessité dont nous parlons. Et telle est même la cause unique, la cause puissante, parce qu'elle était morale, qui a donné à cette partie des connaissances humaines un intérêt si vivace, un enthousiasme presque enivrant qui a poussé les esprits dans des camps si opposés et dans des exagérations si incohérentes entre elles. C'est qu'en définitive le monde moral est au-dessus du monde physique; il ne peut consentir à périr sous la ruine de ses principes et de ses lois, sapés par la prétention singulière de créer le monde physique aux dépens du monde moral, la terre aux dépens de la vie et des destinées de l'humanité.

On comprend donc tout l'intérêt qui s'attache à la science géologique sous ce rapport : tant qu'il ne s'est agi, en effet, que d'exploitations minérales, que d'industrie, la géologie n'a pas fait grand bruit; mais dès qu'on a voulu systématiser les faits pour en tirer des conséquences, de ce jour la lutte a été commencée ; et, il faut se hâter de le dire, les progrès de la science même y ont gagné. Et ici, comme en toute tentative présomptueuse, les tâtonnements des premiers essais de généralisation ont été hostiles à la loi morale ; mais à mesure que le champ de l'observation s'est étendu, la lumière a commencé à se faire, et on a marché de plus en plus vers l'accord de l'unité; et si cet accord n'est pas encore établi sur tous les points aujourd'hui, nous avons tout lieu d'espérer que les progrès qui se continuent l'achèveront bientôt.

Ce sont ces diverses phases du progrès de la géologie que nous nous proposons de suivre maintenant. Nous considérerons cette marche sous le double point de vue de la géognosie

et de la géogénie, en ayant soin de séparer nettement, aux diverses époques, les progrès réels des erreurs, et de montrer l'enchaînement et les causes de celles-ci, ce qui en est la seule réfutation rationnelle; car une fois que la cause d'une erreur est démontrée, celle-ci est par là même détruite.

Nous partagerons l'histoire de la géologie en trois époques; la première comprendra les temps qui ont précédé Aristote; la seconde embrassera l'intervalle depuis Aristote jusqu'à Buffon; et enfin la troisième commencera à Buffon pour venir jusqu'à nous.

Ire ÉPOQUE.

Nous passerons rapidement sur cette première époque, qui n'est guère que l'histoire des opinions des peuples, conçues *à priori*, et liées à leurs systèmes philosophiques ou religieux, sans grand profit pour la science. Nous n'en parlerons donc que comme mémoire.

Comme il est impossible de parler de la géologie sans toucher au système entier de l'univers, ou à la *cosmogonie*, nous voyons que tous les anciens ont été par là même conduits à embrasser le tout dans une même conception.

I. Les *Chaldéens* se rapprochaient beaucoup des autres peuples orientaux pour leurs opinions cosmogoniques; admettant une première création de la terre au milieu des eaux, ils croyaient qu'il y avait eu d'abord un printemps perpétuel, et que des catastrophes terrestres avaient amené des changements dans l'état de la terre et des saisons. Ils disaient, au rapport de Diodore de Sicile (1), que la terre était creuse, et que, par l'affaissement de quelques parties de ses concavités, les montagnes avaient été soulevées.

Mais il paraît que l'Assyrien Bélus pensait, en outre, que les eaux des mers pouvaient être soulevées au-dessus des plus hautes montagnes, par l'action combinée des planètes en conjonction sous le signe du capricorne; et que les eaux, dans ces grands mouvements, devaient creuser des vallées et par conséquent former des montagnes. Sans nous arrêter inutilement à

(1) Diod., l. I.

discuter l'opinion de Bélus, nous remarquerons déjà dans les opinions chaldéennes le germe du système géologique dit Neptunien; mais, comme tous les peuples anciens, ils posent en principe la première création de la terre.

II. *Égyptiens.* Les sages de l'Égypte reconnaissaient que les eaux avaient couvert toute la surface du globe primitivement créé ; qu'elles avaient déposé dans ses couches extérieures des coquilles et autres débris des êtres organisés ; qu'il y avait eu des affaissements de terrains très-étendus ; tel que l'affaissement de l'île Atlantide, dont les prêtres d'Égypte parlèrent à Solon, ainsi que Platon le rapporte dans son *Timée*. Les Égyptiens croyaient aussi que l'axe du globe avait d'abord été parallèle avec celui du plan de son orbite, ce qui supposait un printemps perpétuel ; qu'il s'était ensuite incliné, et qu'il redeviendrait parallèle. Ils connaissaient la figure de la terre, et en avaient mesuré l'étendue d'une manière assez satisfaisante pour l'époque. Ils ajoutaient que les eaux des mers s'enfouissaient dans des cavernes intérieures, et qu'un jour elles pourraient en ressortir... et causer des déluges, des inondations plus ou moins considérables. Il suit de ces idées qu'ils devaient admettre la formation des montagnes par les affaissements du sol sous les eaux, et par son ravinement superficiel par les eaux des déluges. Sans doute les agitations volcaniques du bassin de la Méditerranée et de ses bords, l'apparition de plusieurs îles au sein de ses flots, servaient d'appui à quelques-unes de leurs idées.

III. Les *Phéniciens*, dont la cosmogonie est à peu de chose près celle des Égyptiens, paraissent y avoir ajouté l'opinion qui attribue le soulèvement des montagnes aux feux volcaniques. Le voisinage de la Méditerranée, la navigation de ce peuple sur cette mer, où ils avaient dû observer des îles volcaniques et des volcans en activité sur la plupart de ses rivages, donnèrent sans doute lieu à cette nouvelle opinion sur la formation des montagnes.

IV. Les *Indiens*, comme les Égyptiens et les Chaldéens, admettaient un grand abîme intérieur dans le globe, un vaste réservoir où étaient les eaux. Ils représentaient le monde sous la forme d'un œuf; à l'origine les éléments créés sont mé-

langés; puis Dieu, qui dans leur panthéisme est tout, y mit l'ordre. La terre se consolida, les eaux surnagèrent et formèrent les mers; la méchanceté des hommes causa un déluge universel, après lequel les eaux s'abîmèrent dans l'intérieur du globe, et les continents reparurent.

Quelques Indiens admettaient aussi le soulèvement des montagnes.

La géologie, chez tous ces peuples, ne fut, comme on le voit, que de la géogénie *à priori*, et encore s'attaquait-elle aux questions les plus difficiles sur l'origine de la terre, dont ils admettaient toutefois la première création.

Justin, dans un passage où il veut prouver la préexistence des Scythes aux Égyptiens, a assez bien résumé toute la cosmogonie des anciens, qui consistait dans les deux hypothèses du feu et de l'eau. « Au commencement des choses, dit-il, ou les eaux couvraient la terre, ou elle était embrasée par le feu. » Or, dans l'une et l'autre hypothèse, l'origine des Scythes est antérieure à celle des Égyptiens; car, si le feu a dominé le premier, les régions septentrionales ont dû se refroidir les premières, et, par conséquent, être peuplées les premières. Que si, au contraire, l'eau a couvert le globe, les hautes montagnes de Tartarie ou de Scythie ont dû être découvertes les premières et habitées les premières. Les animaux ont dû y être engendrés avant qu'ils l'aient été en Égypte.

On voit que Justin suppose un incendie général ou une inondation générale de la terre. Or, de ces deux opinions opposées, naissent aussi deux manières opposées d'expliquer la formation des montagnes ou par affaissement aqueux ou par soulèvement igné; et nous venons de voir que l'une et l'autre avaient été admises.

V. *Hébreux.* En dehors des systèmes et des erreurs des autres peuples, Moïse et les livres saints nous présentent la terre créée à l'origine et recevant sa forme de Dieu même qui la destinait à être habitée (1); d'abord couverte par les eaux, elle est mise en partie à sec pour recevoir en premier lieu les plantes, puis les animaux, et enfin l'homme, qui sont tous immédiatement

(1) Genèse, I, II; Isaïe, XLV, 18.

créés de Dieu pour un but et une fin (1). Mais si l'Écriture nous montre ensuite la terre ravagée d'abord par la chute du premier homme, puis par un déluge, suite des crimes des descendants d'Adam, elle nous la montre aussi déchirée intérieurement par des feux souterrains. Elle nous montre les tremblements de terre abaissant ou soulevant les montagnes ; elle nous montre les effets synchroniques des eaux par le tarissement des fleuves, l'écoulement des lacs, les flots de la mer, dont la violence creuse la pierre et ronge peu à peu ses rivages et recouvre l'écroulement et les débris des rocs arrachés du lieu de leur formation (2). Voilà donc déjà le germe et le fond de toutes les hautes questions de la géologie. La terre primitivement créée avec ses habitants et pour eux ; puis modifiée dans son intérieur et à sa surface par les deux causes synchroniques de l'eau et du feu, qui la ravagent et la changent par leurs efforts réunis. Toute la géologie est là, et elle y est dans son accord parfait avec toutes les lois de l'univers et avec la moralité humaine.

VI. Les *Grecs*, chez qui se sont formulées pour la première fois, par des monuments certains, toutes les sciences d'observation, n'ont pourtant pas fait grand'chose en géologie.

Les premiers philosophes de la Grèce, héritiers des traditions chaldéennes, égyptiennes et phéniciennes, n'ont envisagé, comme ces peuples, que les plus difficiles questions de la cosmogonie, dans laquelle entrait naturellement l'origine de la terre; mais réellement sans aucun progrès notable. Nous passerons donc encore rapidement sur ces premiers temps.

C'est à Pythagore, d'après Ovide, qu'on attribue les premières observations un peu précises sur les changements géologiques de la surface de la terre. Voici ce que le poète met dans la bouche du philosophe : « Rien ne peut conserver longtemps la même conformation.... La face de tous les lieux a été changée; j'ai vu des mers où il n'y avait eu autrefois que des terres; j'ai vu des terres formées du lit même de la mer; on a trouvé des conques marines bien loin de la mer, et une vieille ancre sur le sommet des montagnes : les torrents ont creusé des vallons dans des lieux qui n'étaient qu'une vaste plaine, et les eaux débor-

(1) Genèse, ch. I, II; Ecclesiastic., XVII, XVIII.
(2) Job., IX, 5, 6; XIV, 11, 18, 19; Ps. XC, 2; CXIV, 6.

dées ont couvert des collines; les marais se sont desséchés et les terres arides sont devenues marécageuses. La nature a ouvert de nouvelles sources et en a tari d'anciennes; des fleuves sont sortis, d'autres ont été desséchés par des tremblements de terre. Ainsi le Lycus, après être rentré sous terre, va reparaître plus loin, et renaît par une autre issue. C'est ainsi que le fleuve Érasinus tantôt se perd, tantôt sort de son lit souterrain et vient arroser les plaines de la Grèce. On dit que le Caïque abandonna sa première source et ses anciennes rives, et qu'il coule aujourd'hui dans un nouveau lit. L'Amasénus roule quelquefois ses eaux sur les sables de la Sicile, et quelquefois il demeure à sec... Antissa, le Phare, Tyr étaient autrefois environnés des flots de la mer, et maintenant ce ne sont plus des îles. Leucade tenait au continent, elle en est séparée. On dit aussi que Zanclé était jointe à l'Italie, mais que la mer en rompit l'union, et que par l'interposition de ses eaux elle en fit une terre différente. Si vous cherchez dans l'Achaïe, Hélice et Bura, vous ne les trouverez plus que sous les eaux. Les matelots en montrent encore les débris submergés. On voit auprès de Trézène, patrie de Pythéas, une hauteur vide et nue, dans un lieu qui n'était autrefois qu'une plaine très-unie. Par un effet qui étonne et qui fait frémir, les vents souterrains, cherchant un passage et luttant pour se faire jour, sans trouver d'issue, dans cette prison qui les renfermait, distendirent et enflèrent cette terre, comme le souffle de la bouche enfle une vessie ou une outre faite de peau de bouc. Ce gonflement fut stable, il a la forme d'une haute colline, et s'est endurci avec le temps. . . . . . .

L'eau elle-même reçoit et communique de nouvelles formes. La fontaine d'Ammon est froide à midi, et s'échauffe au commencement et à la fin du jour. On dit que le bois s'enflamme si on l'approche, lorsque la lune est dans son déclin, des eaux de la fontaine d'Athamas. Les Ciconiens ont un fleuve qui pétrifie les entrailles de ceux qui en boivent, dont l'eau convertit en marbre tout ce qu'elle touche..... Ortygie autrefois était flottante au milieu des eaux, maintenant elle est fixe. Le vaisseau qui portait les Argonautes redouta la rencontre des flots qui se brisaient contre les îles, alors errantes, qu'on appelle Symplégades. Aujourd'hui elles sont immobiles et résistent aux vents.

Les cavernes du mont Etna, qui s'embrasent par les soufres qu'elles renferment, ne vomiront pas toujours des feux ; elles n'en ont pas toujours vomi ; car, si la terre est un animal qui vit, qui a des soupiraux ménagés en différents endroits pour exhaler la flamme, elle peut dans ses mouvements changer les routes de sa respiration, fermer et ouvrir ses cavernes. Si ce sont des vents emprisonnés dans ses antres profonds, qui font voler des rochers, qui rejettent en dehors des matières où sont contenus les principes du feu, et qui s'enflamment en se heurtant, le feu s'éteindra de lui-même, quand ces vents seront apaisés. Si ce sont des matières bitumineuses et sulfureuses qui s'enflamment par elles-mêmes, lorsque la terre épuisée de vieillesse cessera de fournir des aliments au feu, lorsque la nourriture manquera à cet agent qui la dévore, il périra d'inanition, et, cessant d'être entretenu, il cessera de se répandre (1). »

Pythagore, qui admettait l'éternité du monde et de la matière, n'y reconnaît que des changements. Il avait observé, comme on vient de le voir, l'action des eaux douces et marines, celle des eaux calcarifères à la surface du sol ; il avait aussi observé les phénomènes volcaniques, mais il n'est pas bien sûr de leur cause ; il attribue ces phénomènes ou aux vents intérieurs, ou au feu, ou à des opérations que nous appellerions chimiques. Quoi qu'il en soit, il attribue la formation des montagnes à plusieurs causes ; les unes seraient dues au ravinement des eaux, qui auraient creusé des vallées ; les autres à des soulèvements du sol par les vents intérieurs, qui causent les tremblements de terre ; et les autres enfin seraient dues aux volcans. La présence des coquilles sur les montagnes est mentionnée pour la première fois. Les idées de Pythagore, même celle qui fait de la terre un animal, ont été reproduites à plusieurs époques et même dans les temps modernes.

L'école matérialiste de la philosophie grecque, dont Moschus, Leucippe, Démocrite et Epicure, furent les chefs, soutint, comme on le sait, la formation du monde et de la terre, en particulier, par l'agrégation des atomes ou éléments éternels, en vertu d'une force inhérente et propre. La géogénie de cette

(1) Ovid. *Met.*, lib. xv, v. 25-116.

école, d'après ce qui nous en est connu, ne vaut pas beaucoup mieux que sa cosmogonie; elle ne nous apprend d'ailleurs rien de nouveau.

D'après un autre philosophe de la Grèce, Xénophane de Colophon, on avait trouvé des fossiles marins dans les marbres de Syracuse, et l'empreinte d'un petit poisson au fond des carrières de Paros.

IIe ÉPOQUE

Depuis Aristote jusqu'à Buffon.

Nous allons entrer dans une période qui, sans être très-féconde pour les progrès de la géologie, commence cependant à devenir plus positive.

Aristote, le père des sciences d'observation, dont le génie avait embrassé l'encyclopédie des connaissances humaines, ouvre aussi la route à la géologie positive. Cependant, il faut en convenir, il n'a pas fait pour cette science ce qu'il a fait pour les autres. C'est dans sa météorologie qu'il traite spécialement de quelques questions géologiques; voici le résumé de sa doctrine sur ce point : « Les mêmes lieux de la terre, dit-il, ne sont pas toujours mis à sec, ni toujours inondés; mais ils éprouvent des mutations par la naissance et le tarissement des fleuves : c'est pourquoi les parties voisines des continents, et celles qui avoisinent la mer, ont coutume de permuter. Celles-ci n'ont pas toujours été terre, et celles-là n'ont pas toujours été mer; et là où est maintenant la mer, sera un jour la terre..... car les terres voisines de la mer sont envahies par elle, et d'autres mises à sec; des fleuves se tarissent et d'autres naissent. Beaucoup de lieux autrefois couverts d'eau sont réunis au continent, et si l'on veut y faire attention, on verra que, dans un grand nombre d'endroits, la mer a occupé la terre. La cause de tout cela doit être attribuée à de grandes pluies d'hiver, à de grands débordements, et aux mêmes causes qui comblent le lit de certains fleuves, tandis que d'autres sont perpétuels. Mais comme cette génération naturelle des fleuves et des mers ne se fait que successivement autour de la

terre, le temps nous en dérobe la connaissance. » Il cite l'Égypte comme formée par les attérissements du Nil, et s'appuie sur le témoignage d'Homère, qui dit que Memphis appartenait encore à la mer, du temps de la guerre de Troie. Il cite également plusieurs contrées de la Grèce abandonnées par la mer, entre autres l'Argolide qui, desséchée plus récemment que la Messénie, était plus fertile de son temps. Il dit aussi que l'élévation des eaux de la mer Rouge au-dessus du sol de l'Égypte, fit abandonner le projet de canal entre la mer Rouge et la Méditerranée, à Sésostris d'abord et à Darius ensuite (1).

Dans le livre second de la météorologie, chapitres VII et VIII, il parle des tremblements de terre, qu'il attribue aux eaux souterraines, et principalement aux eaux pluviales des saisons humides ; ces eaux pénètrent dans la terre et la ramollissent, et de là des secousses. Puis quand la sécheresse vient, soit par la chaleur du soleil, soit par le feu propre de la terre, les exhalaisons ont lieu, les parties se resserrent et produisent d'autres secousses; à l'appui de son sentiment, il dit que les tremblements de terre n'arrivent qu'au temps des grandes pluies et après, et dans les lieux où la mer et les fleuves coulent sous la terre, et il en cite plusieurs. Il attribue les volcans à la même cause.

Ainsi, la géologie d'Aristote, toute positive qu'elle est dans sa direction, n'est pas beaucoup plus avancée que celle de Pythagore. L'action des eaux est envisagée de la même manière; mais il est plus avancé dans sa théorie des tremblements de terre et des volcans, en ce que, au lieu des vents intérieurs, il introduit la réaction des eaux et du feu pour produire les phénomènes qu'on appellera plus tard volcaniques.

L'historien Hérodote (2) et le géographe Eratosthènes d'Alexandrie (3) parlent de coquilles en spirales, de coquilles d'huîtres et d'autres mollusques semées sur les montagnes et le sol d'Égypte aux environs du temple de Jupiter Ammon, comme prouvant l'existence d'un lac analogue à la mer Rouge, et qui aurait été comblé par les attérissements du Nil.

(1) Aristot. *Meteor.*, l. I, c. XIII. — (2) Hérod. *Hist.*, l. II, c. XII.
(3) Geog. fragm. edid. G.-C.-F. Seidel. Gotting, 1789, p. 28.

Si de la Grèce et d'Alexandrie nous passons à Rome, nous trouvons Pline et Sénèque qui ont répété en partie ce que les Grecs connaissaient en géologie. Cependant Sénèque dans ses Questions naturelles nous fournit des faits intéressants. Son livre second est presque tout consacré aux tremblements de terre et aux volcans, sur lesquels il avait composé un traité spécial dans sa jeunesse.

Il montre comment les tremblements de terre et les éboulements dérangent le cours des fleuves, leur coupent le passage et en font naître de nouveaux. Il en cite des exemples en Grèce au mont Coryque, au mont Hémus, etc. Il cite dans la Carie des cours d'eau souterrains qui amènent des poissons à la lumière; des fleuves et des cours d'eau qui se perdent dans des cavernes souterraines pour reparaître ensuite au jour; le Tigre est dans ce cas; il en est même qui se perdent et reparaissent plusieurs fois. Il parle de quelques fontaines d'Italie, du fleuve des Cicones, de l'Albula, dont les eaux calcarifères ou sulfureuses pétrifient les objets qu'on y plonge; des salses ou des fontaines de boues, telles que l'Aréthuse, une fontaine de la Chersonèse de Rhodes, etc.

Il dit aussi que le Pont-Euxin se décharge dans la mer inférieure avec toute la rapidité d'un torrent.

Puis, revenant aux tremblements de terre, il leur attribue, avec Callisthène, la catastrophe qui jeta Hélice et Buris dans la mer, ou la mer sur ces villes. Selon Thucydide, vers l'époque de la guerre du Péloponèse, l'île d'Atalante fut totalement ou du moins en grande partie détruite. Sidon eut le même sort s'il faut en croire Possidonius. L'Ossa et l'Olympe, qui ne formaient qu'une immense montagne, furent séparés en deux par un tremblement de terre; on vit alors jaillir le Pénée, qui mit à sec les marais qui rendaient malsain l'air de la Thessalie, et entraîna les eaux qui croupissaient faute d'écoulement. L'origine du Ladon, qui coule entre Élis et Mégalopolis, date d'un tremblement de terre. L'Égypte n'est pas plus exempte de ces secousses que les autres rivages de la Méditerranée et ses îles; car toutes les côtes sont sujettes aux tremblements de terre; témoin Paphos, renversée plus d'une fois, et la fameuse Nicopolis, pour qui c'était un fléau familier. Chypre qu'environne

une mer profonde n'en est pas exempte, non plus que Tyr elle-même ; ainsi la mer a arraché les Espagnes du continent africain ; ainsi l'inondation tant célébrée par de grands poètes a retranché la Sicile de l'Italie. Il attribue encore aux tremblements de terre Théré et Thérasia, et cette île contemporaine, dit-il, que nous avons vues naître dans la mer Égée.

Il raconte la catastrophe qui venait, sous ses yeux, de ravager la Campanie et d'engloutir Pompeï et Herculanum ; Tyr, ajoute-t-il, a été tristement célèbre par ses écroulements. L'Asie (mineure) perdit à la fois douze villes. Ce fléau mystérieux, qui parcourt le monde, frappa l'an dernier l'Achaïe et la Macédoine, comme tout-à-l'heure la Campanie.

« Cherchons donc quelle cause agite la terre jusqu'en ses fondements et secoue cette masse puissante; pourquoi les intervalles de ses épanchements sont quelquefois longs, quelquefois brusques et irréguliers ; pourquoi la terre engloutit des fleuves renommés par leur grandeur, ou en fait sortir de nouveaux de son sein ; pourquoi des feux jaillissent des montagnes ou des rochers par des cratères jadis inconnus ; tandis que des volcans fameux pendant des siècles viennent à s'éteindre. Que de prodiges accompagnent les tremblements de terre ! Ils changent la face des lieux, déplacent des montagnes, exhaussent des plaines, comblent des vallées, font surgir du fond des mers de nouvelles îles. Les causes de ces révolutions méritent, certes, d'être approfondies (1). »

« La cause qui fait trembler la terre est due, selon les uns, à l'eau ; selon d'autres, au feu ; d'autres nomment la terre elle-même ; d'autres, l'air ; quelques-uns admettent le concours de plusieurs de ces causes ; il en est qui les admettent toutes. Enfin, l'on a dit qu'évidemment c'était l'une d'elles ; mais laquelle, on n'en était pas sûr. Passons en revue chacun de ces systèmes ; ceux des anciens, je dois le dire avant tout, sont peu exacts et pour ainsi dire informes. » Sénèque expose ces divers systèmes et le sien ; et ils n'ont de remarquable que l'idée en germe qui, plus tard, attribuera les volcans aux agents chimiques.

(1) Senec., quest. nat., l. VI, c. IV.

Enfin, Sénèque, comme plusieurs anciens, a admis que les eaux peuvent être élevées à la cime des montagnes par de grandes marées, et il suppose qu'elles peuvent se soutenir au-dessus de leur niveau naturel.

Ce qu'il y a de remarquable dans la géologie de Sénèque, ce sont les nombreux faits par lesquels il nous montre la cause aqueuse et la cause ignée agissant, de son temps même, avec une grande activité; unissant leurs efforts pour produire tous les phénomènes que l'observation constate aujourd'hui moins nombreux peut-être, quoique sur une plus vaste échelle; l'observation moderne a en effet le monde entier à sa disposition, tandis que Sénèque n'avait que le périple de la Méditerranée. Or, il nous montre tout ce périple et le bassin de cette mer, agités et continuellement transformés par une série de phénomènes accomplis dans les temps historiques. C'est là un fait important.

En résumé, avant le Christianisme, les peuples de l'antiquité ne nous fournissent que peu de chose sur la géologie. Ils s'étaient occupés d'abord de la cosmogonie chacun à leur point de vue, et plutôt comme d'un système philosophique ou religieux, que comme tenant à la géologie positive. Si chez les Chaldéens et les Égyptiens les deux systèmes géogéniques des Neptuniens et des Plutoniens apparaissent en germe, c'est plutôt d'une manière vague et *à priori* que basés sur une observation directe des faits. On doit en dire autant des Phéniciens et des Indiens, ainsi que des premiers temps de la Grèce.

Aristote, Pythagore, ou plutôt Ovide et Sénèque entrent les premiers dans l'observation des faits. La cause aqueuse dans presque tous ses détails, la cause ignée synchronique de la première, sont assez bien analysées dans leurs effets, les fossiles commencent à être connus; la formation de certaines montagnes par les eaux, le soulèvement des autres et l'apparition d'îles volcaniques, viennent poser les premiers germes de toutes les théories que nous verrons se développer plus tard. Mais tout cela est encore superficiel, on n'a point pénétré dans l'écorce du globe, il n'est question ni d'assises, ni de couches superposées et différentes par leur composition, leur origine marine ou d'eau douce; en un mot, les grands faits de la géognosie que

la géogénie aura plus tard à expliquer, ne sont point encore connus, ils ne sont même pas soupçonnés.

Mais au milieu de tous les peuples de l'antiquité, le peuple juif avait reçu la parole divine dans les saintes Écritures; et là avec plus de sagesse et de réserve, toutes les questions fondamentales de la géologie sont posées dans leurs vrais rapports avec le monde et avec l'homme, sans aucune des erreurs que nous retrouvons dans les systèmes cosmogoniques des autres peuples.

Le Christianisme, en venant sur la terre, avait surtout pour mission l'amélioration morale et l'obtention des destinées glorieuses de l'humanité; il ne devait donc se préoccuper d'abord des sciences humaines, qu'autant que, liées dans l'unité, elles se rattachaient au grand but qu'il s'agissait d'atteindre. C'est pour cela que le grand effort des Pères de l'Eglise dut être l'introduction de toutes les connaissances humaines dans le Christianisme; ils les ramenèrent ainsi à leur véritable fin, sans chercher à développer autrement leurs progrès. Ils acceptèrent même ces sciences avec leurs défauts et leurs erreurs de faits et d'observations; ils avaient une mission bien autrement élevée à remplir, que celle de dérober à la vivification morale de l'humanité un temps trop précieux alors pour l'employer à des recherches minutieuses, inutiles à cette époque, et qui eussent même été stériles parce que le temps n'était pas venu. Ce ne sera que quand le besoin logique et social s'en sera fait sentir, que les sciences d'observation pourront reprendre leur marche progressive (1).

La géologie dut partager, dans ce grand mouvement moral de l'humanité, le sort des autres sciences d'observation; les premiers Pères acceptèrent telles qu'elles étaient les notions géologiques des Grecs et des Romains; c'est ainsi que nous voyons Tertullien dans le chapitre second de son *Traité du manteau*, répéter sommairement tout ce que nous avons lu dans Sénèque et Aristote, en soutenant la thèse que tout est changement à la surface de la terre comme dans tous les

(1) Voir sur cette grande thèse notre *Histoire des sciences*, t. II; Albert le Grand et Appendice.

êtres créés. Plus tard, saint Augustin citera comme dents d'un géant, quelques dents molaires de mastodonte sans doute.

Cependant le grand point philosophique auquel la géologie nous amène invinciblement, c'est-à-dire la cosmogonie, fut loin d'être négligé. Le grand dogme de la création était, en effet, le point de départ, le fondement nécessaire de toutes les vérités chrétiennes ; il séparait d'ailleurs à jamais la philosophie chrétienne du panthéisme et du matérialisme grec ou indien. Il renversait d'autre part le paganisme dans sa base, en l'accusant de rendre aux créatures le culte et les hommages qui n'étaient dus qu'à Dieu. Aussi ce grand dogme devint-il le premier et principal objet de la lutte chrétienne contre le paganisme et sa philosophie.

La cosmogonie de Moïse, reçue et démontrée par le Christianisme comme une vérité divine et révélée, dut être et fut en effet scrutée dans tous ses détails par tous les Pères de l'Eglise, à peu près sans exception.

Une conséquence importante à constater ici et qui ressort de tous leurs travaux sur ce point, c'est que tous sans exception s'attachèrent à démontrer le sens littéral et naturel du texte de Moïse ; ils prouvèrent d'abord que Dieu avait tout créé dans l'ensemble et dans les détails ; ils enseignèrent ensuite avec Moïse et toute l'Écriture que Dieu avait créé immédiatement la terre pour être habitée ; qu'il avait fait la lumière, creusé le bassin des mers et donné des limites aux flots de l'Océan ; qu'il avait créé immédiatement les végétaux pour les animaux et pour l'homme, qu'il avait créé et placé les astres dans le ciel, et établi directement l'harmonie de leurs mouvements ; que Dieu avait aussi créé toutes les espèces animales en harmonie avec le monde, et que le tout avait été fait pour l'homme créé à l'image et à la ressemblance de Dieu même.

Enfin, prenant au littéral le texte de Moïse, tous les Pères enseignèrent que les six jours de la création étaient des jours naturels, des jours comme nos jours, entendus dans le sens rigoureux du mot. C'est du moins là ce qui résulte de tout l'ensemble de leur doctrine, et c'est un point que nous devons soigneusement noter ; car plus tard les systèmes d'interprétation invo-

queront l'autorité de quelques Pères pour soutenir que les jours de la création doivent être considérés comme des époques indéterminées.

Or, saint Augustin est le seul Père dans lequel on a pu trouver quelques expressions qu'on a interprétées dans un sens tout opposé à sa pensée. Il est toujours facile de prendre ainsi la moitié d'une phrase dans un auteur, pour lui faire dire ce qu'il n'a jamais pensé. Saint Augustin a parlé des jours de la création dans plusieurs de ses ouvrages, mais particulièrement dans sa Genèse *ad litteram*, et dans sa *Cité de Dieu*. Or, c'est partout la même doctrine qu'il professe sur ce point. Il a toujours expliqué allégoriquement les six jours; pour lui le jour signifierait la création et la perfection de la chose créée, la nuit signifierait l'absence et l'imperfection de cette chose. Au chapitre XXVI de la Genèse *ad litteram*, il dit : *que les six jours ne sont pas comme les jours mesurés par le soleil*, et il a répété cette même phrase en plusieurs endroits. Là-dessus on a conclu que saint Augustin regardait ces jours comme des époques; mais si on s'était donné la peine d'achever la lecture de la phrase, on aurait conclu tout le contraire; car voici le sens complet de toute la phrase : « Les six jours ne sont pas comme les jours mesurés par le soleil, mais ces six jours qui n'en sont QU'UN signifient la lumière spirituelle par laquelle les anges connaissent tout dans le Verbe de Dieu, etc. » Puis il expose, dans plusieurs chapitres du même livre, comment les six jours ne sont que les degrés de connaissance par lesquels les anges ont connu la création, et, au chapitre XXXIV, il donne pour raison de son interprétation que la création de toutes choses a été faite en même temps, *simul omnia facta sunt*, suivant le texte de l'Écriture, *qui vivit in æternum creavit omnia simul*; et il cherche à expliquer comment cela ne contredit pas la succession des six jours; puisque la succession des jours se rapporte à la connaissance successive des anges (chapitre XXXV) qui ont connu, d'abord dans le Verbe, et ensuite en elles-mêmes, les créatures qui n'ont point été faites par *des intervalles de temps séparés*, mais qui ont une antériorité et une postériorité dans la connexion des créatures, tandis que, dans l'efficacité de la puissance créatrice, toutes choses ont été faites en

même temps, et les jours solaires n'ont été faits que pour nous élever à l'intelligence des jours spirituels.

Dans *la Cité de Dieu*, livre XI, chapitre VI, saint Augustin dit : « Il est très-difficile, ou même impossible de comprendre la nature de ces jours ; combien plus donc de l'expliquer ? Chapitre VII : « Car nous voyons que nos jours ordinaires n'ont leur soir que du coucher du soleil, et leur matin que de son lever, au lieu que ces trois premiers jours se sont écoulés sans soleil, qui ne fut créé que le quatrième au rapport de l'Écriture. Il est vrai qu'elle nous dit que Dieu créa d'abord la lumière et la sépara des ténèbres ; qu'il appela la lumière jour, et les ténèbres nuit ; mais de savoir quelle était cette lumière, et par quelle vicissitude de mouvement se faisait le soir et le matin, c'est une chose qui nous est absolument inconnue, et nous ne saurions comprendre ce qui en est, quoique nous devions le croire sans hésiter. Car ou c'était une lumière corporelle, soit qu'elle soit dans les parties supérieures du monde, et éloignée de notre vue, soit que le soleil en ait été allumé ; ou ce mot de lumière signifie la sainte cité composée des anges et des esprits bienheureux...... Toutefois ce jour a, en quelque façon, son soir et son matin, parce que la science de la créature est comme un soir en comparaison de celle du Créateur. Mais elle devient un jour et un matin, lorsqu'on la rapporte à sa gloire et à son amour ; et elle ne penche point vers la nuit, quand on n'abandonne point le Créateur pour s'attacher à la créature. En effet, l'Ecriture comptant ces jours par ordre, ne se sert jamais du mot de nuit ; car elle ne dit nulle part : Il y eut une nuit, mais : *Du soir et du matin se fit un jour* : et ainsi du second et des suivants. Car la connaissance de la créature en elle-même a moins d'éclat que lorsqu'on la connaît dans la sagesse de Dieu, comme dans l'art qui l'a produite ; de sorte qu'on la peut plus convenablement appeler un soir qu'une nuit. Et néanmoins, comme j'ai dit, lorsqu'on la rapporte à la gloire et à l'amour du Créateur, elle devient en quelque façon un matin. Ainsi lorsque cela se fait par la connaissance de soi-même, pour les anges, c'est un jour (le jour angélique, le jour de la lumière).

» Quand c'est par la connaissance du firmament, qui a été

placé entre les eaux inférieures et supérieures, et appelé ciel, c'est le second jour. Quand c'est par la connaissance de la terre et de la mer et de toutes les plantes qui tiennent à la terre par leurs racines, c'est le troisième jour. Quand c'est par la connaissance des deux grands astres et des autres étoiles, c'est le quatrième jour. Quand c'est par la connaissance de tous les animaux engendrés des eaux, soit qu'ils nagent ou qu'ils volent, c'est le cinquième jour. Et enfin, quand c'est par la connaissance de tous les animaux terrestres et de l'homme même, c'est le sixième jour. »

Chapitre XXX : « Or, l'Écriture dit que toutes ces choses furent achevées en six jours, non que Dieu ait eu besoin de ce temps, comme s'il ne les eût pu créer tout à la fois, et leur faire ensuite marquer les temps par des mouvements convenables ; mais pour montrer la perfection de ses ouvrages par celle du nombre six. » Car de même que le nombre six est composé de ses parties exactes 1, 2 et 3, le monde est un tout harmonique composé de ses parties qui sont les créatures.

Il serait inutile d'ajouter à ce résumé, déjà trop long, de la doctrine de saint Augustin sur la nature des six jours de la création, nous ne ferions que répéter ce qui vient d'être dit. Or, n'est-il pas évident que, loin d'avoir enseigné que ces jours étaient des époques, saint Augustin a, au contraire, formellement enseigné que toutes les créatures avaient été faites ensemble. Son interprétation mystique des jours ne peut d'ailleurs donner aucun appui à la thèse des époques ou périodes indéterminées.

La thèse des créations et destructions successives par périodes est née du panthéisme indien, qui enseignait que Dieu qui est tout, s'épanchait dans le monde extérieur par une production successive des êtres les uns par les autres ; puis au bout d'un certain nombre de siècles, tous ces êtres rentraient les uns dans les autres et finalement dans le grand tout. Alors recommençait une nouvelle création ou expansion de l'être, qui se détruisait, ou rentrait dans le grand tout de la même manière ; et ainsi de suite, éternellement. Appliquée à la terre, cette doctrine l'a quelquefois représentée ornée d'une magnifique création, puis ravagée par un déluge ou cataclysme universel

qui détruisait tout ; à ce cataclysme succédait une nouvelle création sur la terre, et elle était détruite comme la première pour faire place à une troisième, et ainsi de suite ; c'est de la sorte que plusieurs systèmes indous ont formulé une théorie cosmogonique de la terre.

Tous ces systèmes passèrent de l'Inde dans l'école d'Alexandrie, et ils firent la base du gnosticisme et des hérésies qui en naquirent.

Mais jamais elles n'ont été acceptées par aucun Père de l'Église ; tous, au contraire, les ont combattues. La thèse des époques indéterminées, introduite en géologie, n'est qu'un reste du panthéisme indien et du gnosticisme alexandrin ; et les auteurs catholiques, qui n'ont étudié sérieusement ni la science, ni les Pères, n'ont pas craint de soutenir cette thèse comme enseignée par les Pères qui l'ont combattue, et appuyée sur la science qui la réfute, comme nous le verrons plus tard.

Depuis la cosmogonie des Pères de l'Église, qui prenait la science par son point capital pour la moralité humaine, jusqu'à la reprise de la géologie d'observation dans les temps modernes, l'histoire ne nous fournit absolument rien que la répétition de la doctrine des Pères et des données vagues des anciens, par les auteurs du moyen âge. Mais lorsque les sciences physiques et les sciences des êtres organisés auront fait un progrès suffisant pour éclairer la géologie, celle-ci commencera ses observations et ses théories.

C'est, en effet, aux fossiles qu'est due la naissance de toutes les théories que nous allons suivre dans leur développement ; sans eux l'on n'aurait probablement jamais songé qu'il y a dans la formation du globe des époques successives et une suite d'opérations différentes.

Parmi les anciens, Hérodote, Strabon, Platon, Sénèque, Plutarque, Ovide, Tertullien et d'autres regardèrent, comme nous l'avons vu, les coquilles, les sables et les cailloux roulés que l'on observe sur tant de points du sol, et jusqu'au sommet des montagnes, comme une preuve certaine de l'ancien séjour de la mer sur nos continents. Cette observation, d'où la géologie est en quelque sorte dérivée tout entière, a fait une longue

quarantaine avant d'être irrévocablement accueillie par la science.

Pendant longtemps les fossiles furent considérés, sous le nom de pierres figurées, comme de simples jeux de la nature, des produits singuliers formés dans le sein de la terre par une force plastique et certaines lois occultes.

Un potier de terre, Bernard Palissy, fut, parmi les modernes, le premier, vers la fin du seizième siècle, qui réclama contre le préjugé, et soutint, dans Paris même, que les coquilles fossiles étaient de véritables coquilles déposées autrefois par la mer, dans les lieux où elles se trouvent aujourd'hui (1).

L'erreur contraire prévalut encore pendant près d'un siècle. Elle eut un ardent défenseur dans le docteur Beringer, professeur à Wurtzbourg; mais son livre, dans lequel l'espiéglerie de ses élèves lui fit publier des soleils fossiles, des étoiles fossiles, des toiles d'araignées fossiles, etc., contribua peut-être plus à la discréditer que le bon sens de Palissy.

Près d'un siècle plus tard, vers 1660 et quelque, Lister avait déjà avancé que chaque roche était caractérisée par des coquilles fossiles différentes; et il prétend même qu'elles diffèrent spécifiquement des coquilles de nos mers (2).

Presque à la même époque (1663) Nicolas Sténon (3) distingua le premier « les roches (primitives) antérieures à l'existence des plantes et des animaux sur le globe et ne renfermant, par conséquent, jamais des débris organiques; et les roches (secondaires) superposées aux premières et remplies de ces débris. » Il considéra chaque roche secondaire comme un sédiment déposé par un fluide aqueux; et exposant un système entièrement semblable à celui de Deluc « sur la formation des vallées par des affaissements longitudinaux, et sur l'inclinaison des couches d'abord toutes horizontales; » il admet pour le sol de la Toscane, à la manière des partisans des révolutions du globe, « six grandes époques de la nature, selon que la mer inonda périodiquement les continents, ou qu'elle se retira dans ses anciennes limites. » Dans ces premiers temps la géo-

(1) *Encyclop. méthod.*, *Géog. phys.*, art. *Palissy.*
(2) *Pilos. transac.*, n° 76, p. 2283.
(3) *De solido intra solidum contento*, publié en 1669.

gnosie et la géogénie ne pouvaient encore se prêter un secours mutuel, les faits manquaient.

Cependant l'origine végétale et animale des fossiles une fois reconnue, on voulut les expliquer, et on eut d'abord l'idée de la rapporter au déluge. Ici commence une suite de théories dont nous exposerons rapidement les bases.

Pendant longtemps on n'admit que deux événements, deux époques de mutation sur le globe : la création et le déluge; et tous les efforts des géologues tendirent à en expliquer l'état actuel, en imaginant un certain état primitif, modifié ensuite par le déluge dont chacun imaginait aussi à sa manière, les causes, l'action et les effets.

Thomas Burnet (1), écrivain anglais, essaya le premier, en 1681, une théorie de la terre qu'il prétendit être d'accord avec les livres saints. Pour lui la terre fut d'abord une masse fluide, composée de toutes sortes de matières ; les plus pesantes descendirent au centre et formèrent un noyau solide. Ce noyau fut enveloppé par les eaux et l'atmosphère; une couche huileuse recouvrit l'orbe des eaux, et sur cette couche se solidifièrent les parties terreuses de l'air; elles formèrent une croûte qui fut la première terre habitable, sans montagnes, sans vallées, sans fleuves, etc., et sur laquelle régna un printemps perpétuel pendant seize siècles. Cette croûte limoneuse, desséchée et fendue par la chaleur du soleil, livra passage aux eaux qu'elle recouvrait, et ainsi arriva le déluge, duquel date la formation des montagnes et des vallées, et de nos mers qui sont comme une éjaculation de l'ancien abîme, avec les cavités inférieures duquel elles sont toujours en communication. — On a de la peine à comprendre que l'auteur ait pu donner le nom de théorie de la terre à un rêve si singulier, si vide d'observation et en même temps si opposé à la science et à nos livres saints, qu'il prétend expliquer.

Deux ans après, Leibnitz lui-même s'amusa à faire, comme Descartes, de la terre un solide éteint (2), un globe vitrifié, sur lequel les vapeurs étant retombées, lors de son refroidissement, formèrent des mers qui déposèrent ensuite les terrains

(1) *Theoria telluris sacra.* Londres, 1681.
(2) *Protogæa.*, actes de Leipsig. p. 40, 1683.

calcaires. Leibnitz prétend que la terre fut embrasée au moment où Dieu sépara la lumière des ténèbres. Il a voulu expliquer un texte en rapport avec son hypothèse et fonder ensuite cette hypothèse sur l'interprétation arbitraire de ce texte. Et il n'a pas vu que cette interprétation et cet embrasement, quant au lieu où il le place, ne s'accordent pas avec d'autres circonstances du récit de Moïse, puisque l'historien sacré nous représente la terre comme entièrement couverte d'eau dans le jour où Dieu sépara la lumière des ténèbres, et qu'au second jour encore, au lieu de se changer en vapeurs, comme cela aurait dû arriver dans la supposition de Leibnitz, les eaux se réunirent en partie dans le bassin des mers.

La seconde hypothèse ne s'accorde pas mieux avec le texte Dire, en effet, que la mer couvrit en même temps toute la terre, et que c'est par cette raison qu'on trouve des coquilles partout, c'est ne pas faire attention à une chose très-essentielle, l'unité de temps que l'historien sacré indique pour la création; car, si cela était, il faudrait nécessairement admettre que les animaux marins, dont on retrouve les débris, ont existé les premiers et longtemps avant l'homme, avant les animaux et les végétaux terrestres; or, indépendamment du témoignage des livres saints qui nous enseignent que les plantes ont été créées avant tous les animaux, et que toutes les espèces, soit animales, soit végétales, ont été contemporaines, nous avons de bonnes raisons de croire que toutes les classes d'animaux et de végétaux sont aussi anciennes les unes que les autres, puisque toutes, sans exception, sont représentées dans les terrains les plus anciens et les plus profonds. Il est d'ailleurs certain qu'à tous les points de la série des terrains on trouve des couches fluviatiles ou d'embouchure, et des couches marines; ainsi les mers, et les fleuves, et les terres découvertes ont toujours existé en même temps, et les mers n'ont jamais recouvert toute la surface de la terre à la fois. Par conséquent, l'hypothèse de Leibnitz est en contradiction non-seulement avec le texte qu'elle prétend expliquer, mais encore avec les faits de la science.

Woodward (1), médecin anglais, a supposé qu'au temps du

(1) *Essai sur l'Histoire naturelle de la terre*, 1702.

déluge, la terre avait été dissoute par les eaux ; que les matières les plus pesantes se sont précipitées les premières, ce qui est contraire aux faits de l'observation qui nous montre une foule de roches plus légères sous de plus pesantes. Il prétend encore que les eaux, douées d'une vertu dissolvante pour les roches, étaient douées d'une vertu contraire et préservatrice pour les coquilles, qui s'empâtèrent dans les matières pierreuses dissoutes. Cette hypothèse est opposée aux lois de la mécanique et même au récit de Moïse, qui nous enseigne que la terre a simplement été couverte par les eaux.

Six ans plus tard, Whiston (1), partant de l'astronomie, voulut créer la terre à sa façon. Il prétendit que Moïse ne nous a pas donné l'histoire de la première création, mais seulement l'histoire de la nouvelle forme que la terre a prise lorsque la main de Dieu l'a tirée du nombre des comètes pour en faire une planète.

D'après lui, l'origine de la terre a été l'atmosphère d'une comète ; et le déluge a été causé par la queue d'une autre comète. Il admet le feu central, et attribue au déluge tous les changements intérieurs et extérieurs du globe. Adoptant aveuglément toutes les hypothèses de Woodward, il le laisse loin derrière lui pour nous apprendre l'état futur de la terre qui sera détruite par le feu dévorant qui la purifiera, et alors les saints l'habiteront pendant mille ans jusqu'au jugement dernier. Nous ne perdrons pas le temps à montrer comment il a défiguré le texte de l'Écriture pour le plier à ses hypothèses, ni à raconter comment le feu originel de la terre portant à la tête des animaux et de l'homme, les rendait passionnés, ce qui força Dieu à les détruire par le déluge.

Bourguet, dans un mémoire qui parut à Amsterdam en 1729, avec ses lettres philosophiques sur la formation des sels, prétendit que toutes les montagnes avaient été formées par les eaux, et il en donna pour preuve la correspondance des angles saillants et rentrants des chaînes qui longent de chaque côté les vallées. Du reste, sa théorie de la terre est à peu près la même que celle de Whiston et de Woodward.

(1) *Nouvelle théorie de la terre.* Londres, 1708.

Scheuchzer, en 1708, attribue aussi la formation de la surface du globe au déluge.

Enfin, Ray a fait un traité pour prouver que toutes les montagnes ont été produites par des tremblements de terre.

Tous les systèmes que nous venons d'indiquer s'accordent en ce point, qu'ils supposent évidemment, s'ils ne le disent pas, que la terre n'a pu être habitée avant le déluge par les mêmes animaux et les mêmes végétaux qu'après ; or, cette supposition est en contradiction avec l'Écriture, comme avec la science, qui nous montre dans les fossiles de toutes les couches du globe la même organisation que dans les êtres vivants. Cette double contradiction eut deux causes : l'indépendance et la souveraineté de la raison, proclamées par le protestantisme, voulurent interpréter l'Écriture en dehors de l'autorité de l'Église qui l'a promulguée, et qui, par conséquent, seule a autorité pour l'interpréter. De là les écarts et les erreurs sur le texte sacré. La seconde cause de contradiction vint de l'état de la science.

Jeux de l'imagination plutôt que des théories appuyées sur des faits assez nombreux de l'observation, ces systèmes, quoique plus avancés dans certains détails que les idées des anciens, n'en sont pourtant qu'une espèce de continuation et comme la fin.

Les faits manquaient ; les couches régulières dans leur superposition ; les alternances des couches marines et d'eau douce ; la différence entre les fossiles des diverses couches, etc., étaient complétement inconnues ; voilà pourquoi on attribuait au déluge la formation de la superficie du globe, et l'enfouissement des fossiles ; mais depuis que ces faits ont été mis hors de doute, il a été impossible d'accepter qu'ils aient été produits par un déluge quelconque. Nous ne parlons pas des autres erreurs de physique, des impossibilités et des contradictions qu'une ignorance, excusable alors, avait accumulées dans tous ces systèmes, qui vont être bannis de la science par les travaux du grand Buffon, le vrai créateur de la géologie positive.

LEÇON V.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE. (*Suite.*)

S'il était possible qu'une science sortît complète de la tête d'un seul homme, Buffon aurait créé la géologie tout entière. Sa théorie de la terre est un effort de génie, quand on se reporte à l'époque de son apparition; fondée sur un certain nombre de faits incontestables, elle est, avec les preuves qu'il y a jointes, la vraie base et le point de départ, déjà considérablement agrandi, de la géologie positive que la saine observation développera. Mais à côté de la Théorie de la terre viennent se ranger les Époques de la nature, rêve magnifique d'un génie à qui rien ne coûte, qui se joue dans les hypothèses les plus creuses en leur donnant, par sa puissance et par un véritable progrès dans ce travail, une apparence de solidité. Dans cette seconde tentative, Buffon a eu des sectateurs et des imitateurs, mais n'a point été surpassé; il est ici le point de départ de la géologie hypothétique, qui ne tient compte des faits que pour les plier à l'hypothèse.

Nous analyserons d'abord sa Théorie de la terre avec les preuves qu'il a publiées à la suite; puis nous dirons un mot de ses Époques de la nature, où, à côté de l'hypothèse, se trouve un premier pas puissant dans la paléontologie.

Pour la première fois Buffon, dans sa Théorie de la terre, donne un état satisfaisant de l'écorce du globe; après avoir analysé les causes actuellement agissantes à la surface, il arrive à celle-ci et en résume la texture :

« La première couche, dit-il, qui enveloppe le globe est partout de même substance; c'est un composé de parties animales et végétales détruites, c'est l'humus ou terre végétale. Au-dessous sont des couches de sable, de pierres à chaux, d'argile, de coquillages, de marbre, de gravier, de craie, de plâtre, etc.

Ces couches sont le plus souvent parallèles; elles se trouvent quelquefois brisées par des pentes perpendiculaires. Dans l'intérieur de la terre, sur la cime des monts, et dans les lieux les plus éloignés de la mer, on trouve des coquilles, des squelettes de poissons de mer, des plantes marines, etc., entièrement semblables aux animaux et aux plantes qui vivent actuellement dans la mer. Ces débris sont incorporés à la substance même la pierre qui les renferme, ils en font partie. »

C'est ainsi que Buffon débute par l'exposé géognosique de la surface du globe; puis il entre dans la géogénie. Mais ici nous devons faire observer que, dans sa thèse insoutenable de l'origine de la terre détachée du soleil par la queue d'une comète, il avait posé, en principe vrai, la nécessité des montagnes primitives pour que la vie pût exister sur la terre. Ce fait est important à noter et doit être ajouté à sa Théorie, qui ne s'occupe, en effet, que des changements arrivés depuis la création du globe, qu'il admet purement et simplement dans sa Théorie positive de la terre.

Buffon commence la géogénie par l'examen de la cause aqueuse : « Les changements, dit-il, arrivés au globe terrestre, depuis deux et même trois mille ans, sont fort peu considérables en comparaison des révolutions qui ont dû se faire dans les premiers temps après sa création; car il est aisé de démontrer que, comme toutes les matières terrestres n'ont acquis de la solidité que par l'action continuée de la gravité et des autres forces qui rapprochent et réunissent les particules de la matière, la surface de la terre devait être au commencement beaucoup moins solide qu'elle ne l'est devenue dans la suite, et que par conséquent les mêmes causes qui ne produisent aujourd'hui que des changements presque insensibles dans l'espace de plusieurs siècles, devaient causer alors de très-grandes révolutions dans un petit nombre d'années. En effet, il paraît certain que la terre, maintenant sèche et habitée, a été autrefois sous les eaux de la mer, et que ces eaux étaient supérieures au sommet des plus hautes montagnes. Il a fallu des années pour produire les bancs divers de roche, et ils ne peuvent être l'effet du déluge. »

Buffon a démontré que tous ces bancs divers de roche et de coquillages ne pouvaient être attribués au déluge, et par là il

a renversé toutes les théories précédentes qui n'étaient basées que sur l'hypothèse contraire.

« Les eaux, continue-t-il, ont donc séjourné sur la terre; elles ont déposé les couches horizontales de différentes matières qui composent le sol. »

« Notre terre ayant donc été un fond de mer, pour expliquer ce que nous y remarquons, voyons ce qui se passe dans la mer. Le mouvement continuel des eaux emporte d'un point à un autre des matières qu'elle y dépose. La mer couvre insensiblement certains terrains et en laisse d'autres à découvert; ceux-ci se sèchent et font partie des continents terrestres. »

Les dépôts accumulés en certains lieux formeront des amas qui deviendront des montagnes; celles-ci seront toujours composées de couches horizontales et également inclinées suivant les accidents et les directions du sol. Or, l'observation du sol marin, le sondage des diverses profondeurs des eaux, prouvent que le fond de la mer est parsemé de montagnes et de vallées comme la terre.

Si la mer gagne sur certains rivages, elle perd sur d'autres; elle a, en outre, un mouvement général d'Orient en Occident; ce qui donne la raison du changement de terre en mer et de mer en terre. La plus grande irruption de l'Océan est celle qui sépara l'Afrique de l'Europe et produisit la Méditerranée. Cette irruption est prouvée par le mouvement du courant de l'Océan dans la Méditerranée, courant opposé à tous les autres courants de l'Océan; elle est appuyée du témoignage des anciens, Diodore de Sicile et Strabon le disent positivement; elle est confirmée par les observations qu'on a faites sur la nature des terres à la côte d'Afrique et à celle d'Espagne où l'on trouve les mêmes lits de pierre, les mêmes couches de terre en-deçà et au-delà du détroit.

La mer Caspienne, la mer Noire et le lac Aral, ne furent pas compris dans cette irruption, car leur courant est opposé. Ils étaient probablement autrefois une seule mer qui aura été comblée par les dépôts des fleuves divers qui viennent déboucher dans ces trois grands lacs, de même que la Basse-Egypte est un dépôt du Nil, etc. Cette prévision de Buffon sur l'ancienne mer dont la mer Caspienne, la mer Noire et le lac Aral

ne sont que des restes, paraît complétement vérifiée par les observations géologiques de M. Boué.

Dans l'article VIII des *Preuves de la théorie de la terre,* Buffon ajoute de nouveaux détails sur les effets de la cause aqueuse; jusqu'ici il n'a parlé que de la mer, il va parler des fleuves : « Presque tous les pays arrosés par de grands fleuves sont sujets à des inondations périodiques, surtout les pays bas et voisins de leur embouchure ; et les fleuves qui tirent leur source de loin sont ceux qui débordent le plus régulièrement..... Le Nil, qui avait, du temps de Strabon, sept embouchures, n'en a plus que deux. La rivière de Pégu, le fleuve de la Plata, le Gange, l'Indus, l'Euphrate et quelques autres débordent aussi tous les ans ; mais tous les autres fleuves n'ont pas de débordements périodiques ; quand des inondations arrivent, c'est par diverses causes combinées.

Revenant sur les mouvements des mers, il cite un grand nombre de détroits, de golfes, qu'il croit, avec Varenius, avoir été formés par les irruptions des eaux. Il donne une preuve assez remarquable des irruptions des mers sur les continents, c'est qu'on ne trouve que très-peu d'îles dans le milieu des grandes mers, et jamais un grand nombre d'îles voisines les unes des autres ; tandis que la plupart des îles sont auprès des grands continents, et il en cite un certain nombre.

Les traditions des peuples appuient cette manière de voir; d'après les dires de leurs habitants, Ceylan, Sumatra, les Maldives, ont été séparées de l'Inde par une irruption de l'Océan (1).

Il rappelle les preuves que le docteur Wallis et Ray ont données de la séparation de l'Angleterre du continent auquel elle tenait par un isthme au-dessous de Douvres et de Calais. Ces preuves sont entre autres la similitude des couches sur les deux côtes ; la probabilité que la mer d'Allemagne a occupé la vallée de la rivière de Sture ; l'élévation des rivages de l'île d'Okney sur la côte de Roume, par l'apport de la mer en moins de soixante ans ; l'élévation de la côte de Norfolck, la présence des loups et des ours qui existaient autrefois en Angleterre ; car, en géné-

(1) Varenius, *géog.* p. 203, 217, 220.

ral, on trouve les animaux nuisibles des continents dans toutes les îles qui en sont fort voisines, et jamais dans celles qui en sont fort éloignées.

D'autre part, il prouve les retraites considérables de la mer sur presque tous les points du globe, et cela dans les temps modernes, puisque l'on en connaît les années; en sorte qu'il n'y a guère de siècles depuis notre ère, où l'on n'eût à enregistrer un assez grand nombre de ces phénomènes, sans parler des faits qui ne se sont produits qu'à la longue.

Il revient sur la disparition de l'Atlantide des anciens, qu'il suppose s'être étendue entre l'Islande et les Açores et unie au continent d'Amérique; et il en donne pour raison qu'on trouve en Irlande les mêmes fossiles, les mêmes coquillages et les mêmes productions marines que l'on trouve en Amérique, en sorte que la disparition de l'Atlantide aurait pu coïncider avec le creusement du détroit de Gibraltar, et l'entrée de l'Océan dans la Méditerranée.

Ainsi, c'est la retraite ou l'envahissement des eaux qui ont, selon Buffon, exondé le sol formé dans les mers par voie de sédiment ou de dépôts. « Les mêmes causes, dit-il, qui ont produit la première retraite des eaux, et leur abaissement successif, ne sont pas absolument anéanties; la mer était dans le commencement élevée de plus de deux mille toises au-dessus de son niveau actuel; les grandes boursouflures de la surface du globe qui se sont écroulées les premières, ont fait baisser les eaux, d'abord rapidement, ensuite à mesure que d'autres cavernes moins considérables se sont affaissées, la mer se sera proportionnellement déprimée; et comme il existe encore un assez grand nombre de cavités qui ne se sont pas écroulées, et que de temps en temps cet effet doit arriver, soit par l'action des volcans, soit par la seule force de l'eau, soit par l'effort des tremblements de terre, il me semble qu'on peut prédire, sans craindre de se tromper, que les mers se retireront de plus en plus avec le temps, en s'abaissant encore au-dessous de leur niveau actuel, et que, par conséquent, l'étendue des continents terrestres ne fera qu'augmenter avec les siècles. »

Mais outre ces effets généraux de la cause aqueuse, elle en produit d'autres que Buffon avait constatés par expérience;

elle modifie et transforme les substances. « Tout le monde, dit-il, pourra s'assurer par des procédés aisés à répéter, que le verre et les grès en poudre se convertissent en peu de temps en argile, seulement en séjournant dans l'eau (1). »

Ainsi nous connaissons la grande cause des dépôts et celle de la formation des argiles; Buffon va nous apprendre l'origine des calcaires et des substances charbonneuses; et ainsi nous aurons toutes les roches qui sont un résultat plus immédiat des eaux.

Causes physiologiques des roches (2). C'est dans son introduction à l'Histoire des minéraux et dans l'article VIII de ses Preuves de la théorie de la terre, intitulé : *Sur les coquilles et les autres productions de la mer qu'on trouve dans l'intérieur de la terre*, que Buffon a posé les premières bases positives de la géologie paléontologique. On n'aurait jamais dû s'en écarter. Il raisonne surtout d'après les mollusques et les rayonnés.

Tous les terrains coquilliers étaient connus de Buffon dans leur généralité; et quoiqu'il ignorât les détails, il n'en a pas moins posé un certain nombre de principes qui l'ont conduit à la prévision; par exemple, à affirmer, malgré le témoignage négatif de La Condamine, qu'il devait y avoir des roches à coquilles fossiles dans les Cordillères et les montagnes du Pérou, ce que l'observation postérieure a pleinement confirmé.

Après avoir exposé l'immense quantité de coquilles que renferment les couches du globe, il ajoute : « Cette quantité si considérable de fossiles nous étonnera moins, si nous faisons attention à quelques circonstances qu'il est bon de ne pas omettre: la première est que les coquillages se multiplient prodigieusement, et qu'ils croissent en fort peu de temps; l'abondance d'individus dans chaque espèce prouve leur fécondité; on a un exemple de cette grande multiplication dans les huîtres : on enlève quelquefois dans un seul jour un volume de ces coquillages de plusieurs toises de grosseur, on diminue considérablement en assez peu de temps les rochers dont on les sépare, et il semble qu'on épuise les autres endroits où on les pêche :

(1) Époques de la nature.

(2) *Preuves de la théorie de la terre*, art. VIII; et Introduction à l'Histoire des minéraux.

cependant l'année suivante on en retrouve autant qu'il y en avait auparavant. On ne s'aperçoit pas que la quantité d'huîtres soit diminuée, et je ne sache pas qu'on ait jamais épuisé les endroits où elles viennent naturellement. Une seconde attention qu'il faut faire, c'est que les coquilles sont d'une substance analogue à la pierre, qu'elles se conservent très-longtemps dans les matières molles, qu'elles se pétrifient aisément dans les matières dures; que ces productions marines et ces coquilles que nous trouvons sur la terre, étant les dépouilles de plusieurs siècles, elles ont dû former un volume fort considérable. »

« En général, on a remarqué sur toutes les coquilles, soit fossiles, soit pétrifiées, qu'il y a certaines espèces qui se rencontrent constamment ensemble, tandis que d'autres ne se trouvent jamais dans ces mêmes endroits. Il en est de même dans la mer, où certaines espèces de ces animaux testacés se tiennent constamment ensemble, de même que certaines plantes croissent toujours ensemble à la surface de la terre. »

Ainsi voici plusieurs faits paléontologiques importants, mis en rapport avec les lois actuelles de la vie : 1° l'abondance des coquillages fossiles expliquée par la fécondité et la prompte multiplication des mollusques vivants; 2° leur conservation dans le sein de la terre, expliquée par la nature calcaire de la coquille; 3° la réunion des mêmes espèces fossiles, expliquée par la réunion dans les mêmes parages des mêmes espèces vivantes. Ce sont là des principes paléontologiques incontestables, parce qu'ils sont basés sur les faits; Buffon en tire la conséquence très-évidente que nos terres actuellement habitées et remplies de coquilles, ont été autrefois couvertes par les mers.

Mais il ne s'arrête pas là, la question, si grave dans les théories modernes, des espèces perdues, ou mieux inconnues, vivantes, l'a aussi préoccupé, et la sagesse avec laquelle il la résout n'aurait jamais dû être oubliée.

« On trouve, dit-il (1), en France, non-seulement les coquilles de nos côtes, mais encore des coquilles qu'on n'a jamais vues dans nos mers. Il y a même des naturalistes qui prétendent que la quantité de ces coquilles étrangères pétrifiées, est

(1) Art. VIII des *Preuves de la théorie de la terre.*

beaucoup plus grande que celle des coquilles de notre climat; mais je crois cette opinion mal fondée; car, indépendamment des coquillages qui habitent le fond de la mer et de ceux qui sont difficiles à pêcher, et que, par conséquent, on peut regarder comme inconnus ou même étrangers, quoiqu'ils puissent être nés dans nos mers, je vois en gros qu'en comparant les pétrifications avec les analogues vivants, il y en a plus de nos côtes que des autres (2); par exemple, tous les peignes, la plupart des pétoncles, les moules, les huîtres, les glands de mer, la plupart des buccins, les oreilles de mer, les patelles, le cœur-de-bœuf, les nautilles, les oursins à gros tubercules et à grosses pointes, les oursins châtaigne de mer, les étoiles, les dentales, les tubulites, les astroïtes, les cervaux, les coraux, les madrépores, etc., qu'on trouve pétrifiés en tant d'endroits, sont certainement des productions de nos mers; et quoiqu'on trouve en grande quantité les cornes d'Ammon, les pierres lenticulaires, les pierres judaïques, les columnites, les vertèbres de grandes étoiles, et plusieurs autres pétrifications, comme les grosses vis, le buccin appelé *abajour*, les sabots, etc., dont l'analogue vivant est étranger ou inconnu, je suis convaincu, par mes observations, que le nombre de ces espèces est petit, en comparaison de celui des coquilles pétrifiées de nos côtes; d'ailleurs, ce qui fait le fond de nos marbres et de presque toutes nos pierres à chaux et à bâtir, sont des madrépores, des astroïtes, et toutes ces autres productions formées par les insectes de la mer, et qu'on appelait autrefois *plantes marines*; les coquilles, quelque abondantes qu'elles soient, ne sont qu'un petit volume en comparaison de ces productions, qui toutes sont originaires de nos mers et surtout de la Méditerranée. »

Buffon cite à l'appui les coraux et les madrépores de la mer Rouge, de la Méditerranée, et il ajoute : Il y en a aussi en quantité dans la plupart des golfes de l'Océan, autour des îles, sur les bancs, dans tous les climats tempérés où la mer n'a qu'une profondeur médiocre. »

Parlant ensuite des espèces inconnues il s'exprime ainsi: « De plus de cent espèces de cornes d'ammon que l'on pour-

(1) Cette assertion de Buffon n'est pas tout-à-fait exacte pour tous ces terrains; mais cette inexactitude n'infirme pas sa thèse générale.

sait compter, dit un de nos savants Académiciens, et qui se trouvent en France, aux environs de Paris, de Rouen, de Dive, de Langres et de Lyon, dans les Cévennes, en Provence et en Poitou; en Angleterre, en Allemagne et dans d'autres contrées de l'Europe, il n'y en a qu'une seule espèce nommée *Nautilus papyraceus* qui se trouve dans nos mers, et cinq à six espèces qui naissent dans les mers étrangères (1). »

« Il est à croire, continue Buffon, que les cornes d'Ammon, les bélemnites, les pierres lenticulaires et quantité d'autres coquillages dont on ne retrouve point aujourd'hui les analogues vivants dans aucune région de la mer, quoiqu'elles soient universellement répandues sur la surface entière de la terre, ou elles demeurent toujours dans le fond des hautes mers et qu'ils ont été ensevelis sur place, ou bien que les espèces de ces animaux ont péri quand la température du globe et des eaux de la mer a cessé d'être assez chaude pour ces animaux. »

Il en est de même des ossements d'animaux terrestres qu'on croyait perdus, mais qui, examinés plus scrupuleusement, appartiennent à l'espèce de l'éléphant et à celle de l'hippopotame. L'assertion de Buffon est vraie pour les fossiles qu'il connaissait, et, depuis lui, on en a découvert un bien plus grand nombre auxquels elle est toujours en grande partie applicable.

Dès-lors donc Buffon, dans ce qui précède, a posé les deux premières hypothèses rationnelles pour la solution de la question des mollusques perdus : ou bien ils vivent encore dans le fond des hautes mers, ou bien ils ont péri par la diminution de la chaleur convenable.

Il va indiquer un autre fait paléontologique qui résout en partie la question des espèces fossiles, tant exagérée depuis lui. « On trouve aussi, dit-il, presque partout dans la terre des coquillages de la même espèce, dont les uns sont petits, les autres gros; les uns jeunes, les autres vieux; quelques-uns imparfaits, d'autres entièrement parfaits; on en voit même de petits et de jeunes attachés aux gros. »

Si les géologues avaient tenu compte de ces principes de Buffon, ils n'auraient pas multiplié les espèces fossiles d'une

(1) Buffon avait, comme on le voit, déjà saisi les rapports de famille qui existent entre les nautiles et les ammonites.

manière si exorbitante; ils n'auraient pas pris des débris de la même coquille, ni le jeune âge et l'adulte de la même espèce pour deux espèces différentes.

Il revient de nouveau à la comparaison des effets des causes actuelles avec les effets anciens pour la production des calcaires, et sa thèse, sur ce point, est tout-à-fait rationnelle, parce qu'elle est fondée sur les faits naturels.

Il rappelle d'abord que dans la mer Rouge depuis Suaquem jusqu'à Kossir, c'est-à-dire pendant l'espace de cent trente six lieues, la mer est remplie de bancs et de rochers de corail, dont on distingue deux sortes, l'une blanche et l'autre rouge.

« Il est encore dans la mer, ajoute-t-il d'après l'abbé Dicquemare, d'autres fonds permanents; ce sont ces étendues immenses de madrépores, de coraux, qui recouvrent souvent un fond de rochers, et ces bancs d'une énorme étendue de coquillages, que la prompte multiplication ou d'autres causes y a accumulées : ils y sont comme par peuplades. Une espèce paraît occuper une certaine étendue, l'espace suivant est occupé par une autre, comme on le remarque, à l'égard des coquilles fossiles, dans une grande partie de l'Europe et peut-être partout. Ce sont même ces remarques sur l'intérieur de la terre et des lieux où la mer découvre beaucoup, où l'on voit toujours une espèce dominer comme par cantons, qui nous ont mis à portée de conclure sur la prodigieuse quantité des individus et sur l'épaisseur des bancs du fond de la mer. »

Mais d'où viennent en définitive les calcaires? Buffon les fait venir de la transformation de l'eau par le filtre animal : « Le plus puissant de tous les moyens, dit-il (1), que la nature emploie pour la transformation de l'eau et le plus évident est le filtre animal; le corps des animaux à coquilles, en se nourrissant des particules de l'eau, en travaille en même temps la substance au point de la dénaturer; la coquille est certainement une substance terrestre, une vraie pierre, dont toutes les parties que les chimistes appellent calcaires, et plusieurs autres matières, tirent leur origine; cette coquille paraît à la vérité faire partie constitutive de l'animal qu'elle couvre, puisqu'elle

(1) *Introduction à l'hist. des minér.*

se perpétue par la génération et qu'on la voit dans les petits coquillages qui viennent de naître, comme dans ceux qui ont pris tout leur accroissement; mais ce n'en est pas moins une substance terrestre, formée par la sécrétion du corps de l'animal; on la voit s'agrandir, s'épaissir par anneaux et par couches à mesure qu'il prend de la croissance, et souvent cette matière pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse de matière réelle du corps de l'animal qui la produit. Qu'on se représente, pour un instant, le nombre des espèces de ces animaux à coquilles, ou, pour les tous comprendre, de ces animaux à transsudation pierreuse, elles sont peut-être en plus grand nombre dans la mer, que ne l'est sur la terre le nombre des espèces d'insectes; qu'on se représente ensuite leur prompt accroissement, leur prodigieuse multiplication, le peu de durée de leur vie, dont nous supposerons néanmoins le terme moyen à dix ans; qu'ensuite on considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presqu'immense de tous les individus de ce genre, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans; qu'enfin on considère que ce bloc déjà si gros de matières pierreuses doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix ans, dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde, et on se familiarisera avec cette idée, ou plutôt cette vérité d'abord repoussante, que toutes nos collines, tous nos rochers de pierre calcaire, de marbre, de craie, etc., ne viennent originairement que de la dépouille de ces petits animaux : on n'en pourra douter à l'inspection des matières même, qui toutes contiennent encore des coquilles ou des détriments de coquilles très-aisément reconnaissables.

» La multiplication (1) des animaux à coquilles, des madrépores, des coraux et de toutes les espèces qui filtrent le suc pierreux et produisent la matière calcaire, est si prodigieuse, qu'en s'amoncelant ils élèvent encore aujourd'hui en mille endroits des récifs, des bancs, des hauts-fonds, qui sont les sommets des collines sous-marines, dont la base et la masse sont également formées de l'entassement de leurs dépouilles.

(1) *Hist. des minéraux*, art. *Craie.*

» Toutes les îles basses du Tropique austral semblent avoir été produites par des animaux du genre des polypes, qui forment les lithophites; ces animalcules élèvent peu à peu leur habitation de dessus une base imperceptible, qui s'étend de plus en plus à mesure que sa structure s'élève davantage : « J'ai vu, dit Forster (1), de ces larges structures à tous les degrés de leur construction. Ces îles sont généralement liées les unes avec les autres par des récifs de rochers de corail..... Nous découvrîmes les îles vues par M. de Bougainville, par le 17° 24′ latitude, et 141° 39′ longitude ouest; une de ces îles basses, à moitié submergée, n'était qu'un grand banc de corail de vingt lieues de tour..... On rencontra une ceinture de petites îles jointes ensemble par un récif de corail... Nous abordâmes à l'île Sauvage (une de celles des Amis); ses bords n'étaient que des rochers de corail. Cette multitude d'îles basses et de bancs sur lesquels se perdit le navigateur Roggevin, ont été revus et reconnus par MM. Byron et Cook; toutes ces îles ne sont soutenues que par des bancs de corail, élevés du fond de la mer jusqu'à sa surface... On peut voir, en outre, toutes les relations des navigateurs, sur les sondes tombées sur des rochers de coquillages et sur les câbles et les grelins des ancres coupés contre les récifs de madrépores et de coraux. »

« En traversant la Picardie, la Flandre française, la Champagne, la Lorraine allemande, le pays Messin, etc., M. Monnet a observé que les coquilles se montrent jusqu'à plus de trois cents pieds de profondeur perpendiculaire.... On trouve même des bancs de corail ou de madrépores auprès de Clermont, village de la principauté de Liége, de plus de soixante pieds de hauteur. Ces bancs sont droits comme des murailles, ils ressemblent assez à ceux qui sont décrits par le capitaine Cook, et qui sont situés auprès de la Nouvelle-Guinée ; ils renferment de bons marbres qu'on exploite (2). »

Ainsi, la formation actuelle des récifs madréporiques explique la formation ancienne des couches à coraux et à madrépores ;

(1) *Observ. de Forster* à la suite du second voyage de Cook, p. 185 et 293, t. II, p. 275, 285.

(2) Tableau des voyag. minér. de M. Monnet, *Journ. de phys.*, fév. 1781, p. 160, etc.

l'énergie actuelle de cette cause montre combien son énergie ancienne a dû être plus grande et explique l'immense quantité de calcaires qu'on rencontre à la surface du globe.

Des animaux, comme cause formatrice d'une portion de l'écorce du globe, Buffon passe aux végétaux, qu'il va principalement considérer dans les houilles (1). Il s'efforce d'abord de démontrer que les charbons de terre tirent leur origine du détriment des végétaux. Il dit aussi que toutes les huiles bitumineuses viennent des débris des corps organisés.

Il démontre que les charbons de terre ont suivi la loi générale imprimée par le mouvement des eaux à toutes les matières qu'elles pouvaient transporter; et, en même temps, ils ont pris l'inclinaison de la pente du terrain sur lequel ils ont été déposés et sur lequel ils sont disposés toujours parallèlement à cette pente.

Il y a ordinairement plusieurs couches de charbons les unes au-dessus des autres, et séparées par une épaisseur de plusieurs pieds et même de plusieurs toises de matières étrangères..... Les couches d'un même bassin conservent à toutes les profondeurs la même inclinaison en chaque point; cependant elles sont moins inclinées à mesure qu'elles descendent vers le fond du bassin, parce qu'elles prennent plus d'épaisseur en descendant, il en est de même des couches intermédiaires de matières étrangères.

Il donne l'analyse et la mesure des couches diverses des houillères de Liége, d'après M. Genneté; or, d'après cette analyse, on voit que, parmi ces couches toutes superposées les unes au-dessus des autres, il s'en trouve qui sont également épaisses ou minces, sans aucune règle, ni aucun rapport avec leur situation en profondeur.

On voit encore, en comparant les épaisseurs de ces différentes couches, qu'elles varient depuis sept pouces jusqu'à cinq pieds et demi, et que celles des lits de matières étrangères qui les séparent, varient depuis vingt et un pieds jusqu'à quatre-vingt-dix-huit, mais sans aucune proportion ni relation des unes aux autres.

(1) *Hist. des minéraux*, art. *Charbon de terre*.

De tous ces faits on doit conclure, avec Buffon, que les charbons de terre sont un apport des eaux. En effet, la grande épaisseur des lits intermédiaires de sable ou d'argile semble indiquer que la matière charbonneuse n'a pu être formée sur place, mais qu'elle a été apportée à des intervalles plus ou moins longs, pendant lesquels se déposaient des lits intermédiaires; en outre, que ce charbon a toujours été apporté du même lieu et par la même cause, sans doute par quelque fleuve qui traversait soit une forêt, soit des tourbières; les inondations de ce fleuve à des intervalles plus ou moins longs, auront entraîné des détritus de la forêt, ou bien auront soulevé les tourbes et les auront déposées dans le bassin qui est maintenant la montagne de Saint-Gilles.

Buffon avait bien vu encore qu'il y a deux manières dont les charbons ont été déposés : la première, en couches étendues sur des terrains en pente; et la seconde, en masse sur le fond des vallées; et ces dépôts en masse seront toujours plus épais que les couches en pente, il y a de ces masses qui ont jusqu'à dix toises d'épaisseur. « On ne peut pas douter, ajoute-t-il, que ces masses si épaisses ne soient des dépôts de matière végétale accumulée l'une sur l'autre, quelquefois jusqu'à soixante pieds d'épaisseur.

» Quoique les couches soient à peu près parallèles, les unes au-dessus des autres, cependant il arrive souvent qu'elles s'approchent ou s'éloignent beaucoup, en laissant entre elles de plus ou moins grandes distances en hauteur, et ces intervalles sont toujours remplis de matières étrangères, dont les épaisseurs sont aussi variables et toujours beaucoup plus fortes que celles des couches de charbon; celles-ci sont, en général, assez minces et communément elles sont d'un pied, de deux pieds jusqu'à six ou sept d'épaisseur : cette disposition, ces couches minces et séparées prouvent un apport à des intervalles plus ou moins longs et qui est plus ou moins considérable suivant l'épaisseur des couches.

» Celles qui sont beaucoup plus épaisses ne sont pas des couches qui se prolongent régulièrement, mais plutôt des amas ou masses en dépôts qui ne se trouvent que dans quelques endroits dont l'étendue n'est pas considérable, et qui ont été

apportés sans interruption depuis le commencement jusqu'à la fin. »

Tout prouve donc que les charbons de terre viennent des végétaux, et qu'ils n'ont point été formés sur place, mais apportés par les eaux : « Ces végétaux, dit Buffon (1), ainsi que leurs détriments en terreau et en limon, ont formé les dépôts en amas ou en veines que nous retrouvons aujourd'hui dans le sein de la terre sous forme de charbon, nom assez impropre, parce qu'il paraît supposer que cette matière végétale a été attaquée et cuite par le feu, tandis qu'elle n'a subi qu'un plus ou moins grand degré de décomposition par l'humidité, et qu'elle s'est conservée au moyen de son huile convertie par les acides en bitume. »

Il ajoute que les débris et résidus des immenses forêts primitives, entraînés par les eaux, ont formé en mille et mille endroits des dépôts en masse et des couches d'une très-grande étendue sur le fond de la mer ancienne, et que ce sont ces mêmes couches de matières végétales que nous retrouvons aujourd'hui à d'assez grandes profondeurs...

Les charbons de terre sont mélangés de diverses substances, de calcaire, de grès, de pyrites; « mais tous, sans exception, tirent leur origine des matières végétales et animales, dont les huiles et les graisses se sont converties en bitume. » Les analyses des charbons de terre dans lesquels on avait rencontré l'ammoniaque, avaient appuyé ce que dit ici Buffon. Tout son travail sur les charbons de terre est admirable, on y a beaucoup puisé sans le dire, et il mérite d'être encore étudié aujourd'hui; il y a parlé à fond de toutes les houillères connues non seulement en Europe, mais dans le monde entier. Il a également traité des bois fossiles à tous les états, et montré leurs liaisons avec les houilles ; de ces liaisons et des empreintes de végétaux qu'on rencontre dans les terrains houillers, il a conclu de nouveau l'origine végétale des charbons de terre et leur transport par les eaux. Enfin, il a traité des usages et de l'exploitation des houilles. C'est donc un travail complet qui n'a réellement point été surpassé pour l'ensemble.

(1) *Hist. des min.*, art. *Charbon de terre.*

Causes ignées. Après avoir résumé la doctrine de Buffon sur les causes aqueuses et physiologiques du sol de remblai, nous allons le suivre dans ce qu'il dit des causes appelées ignées (1).

Ayant remarqué que les couches horizontales sont disloquées par des fentes perpendiculaires qui descendent quelquefois depuis le sommet des rochers jusqu'à leur base, et que ces mêmes fentes sont plus obliques dans les matières vitrescibles, Buffon est conduit à en rechercher la cause et l'origine.

Selon lui, elle vient en partie du retrait des couches par le dessèchement et l'action de la pesanteur. Celles qui sont plus grandes et qui forment des précipices dans les hautes montagnes, sont dues à des tremblements de terre, à des affaissements; ceux ci sont dus à des feux souterrains qui causent aussi les volcans; et c'est ici qu'il va étudier les effets des volcans, leurs produits, et en rechercher les causes.

« Un volcan, dans une grande éruption, annoncée par les mouvements convulsifs de la terre, soulève, détache et lance au loin les rochers, les sables, les terres, toutes les masses, en un mot, qui s'opposent à l'exercice de ses forces. Il enlève et brise les bancs des pierres les plus dures et les plus pesantes comme les plus légères; et projetant le tout sans ordre, chaque volcan forme autour de sa montagne des collines de décombres de ces mêmes matières qui faisaient auparavant la partie la plus solide et le massif de sa base.

» On retrouve dans ces amas les mêmes sortes de pierres vitreuses ou calcaires, les mêmes sables et les mêmes terres, dont les unes n'ont été que déplacées, les autres, sensiblement altérées, et d'autres, enfin, totalement dénaturées et transformées. »

Buffon a soigneusement distingué les produits immédiats qu'il attribue à un feu primitif, et qui ont été vitrifiés dans la fusion originelle de la terre, suivant son hypothèse; et les matières volcaniques, qui sont beaucoup plus variées parce qu'elles viennent des matières de seconde formation, et que le feu des volcans agit sur toutes les substances anciennes ou nouvelles,

(1) *Hist. et théor. de la terre; — Preuves de la théorie de la terre; — Hist. des minér.*, art. *Matières volcaniques.*

sur celles qui ont été produites par le feu primitif, comme sur celles qui ont été formées par les eaux, sur les substances organisées et sur les masses brutes.

Il a recherché comment se fait la vitrification des laves ; comment celles-ci jaillissent et s'ouvrent des issues au bas des monceaux de débris sous lesquels elles se forment ; comment cette même lave, gonflée par son feu intérieur, éclate à sa surface, et jaillit de nouveau pour former des éminences élevées au-dessus de son niveau ; comment, enfin, précipitant son cours du haut des côtes dans la mer, elle forme ces colonnes de basalte qui, par leur renflement et leur effort réciproque, prennent une figure prismatique à plus ou moins de pans, suivant les différentes résistances.

Étudiant avec M. Faujas de Saint-Fond, M. Ferber et plusieurs autres, les produits volcaniques, il y trouve toutes les roches primitives très-peu altérées ; les grès et les argiles convertis en poudres et en verres ; les matières calcaires calcinées et formant avec les matières primitives des brèches et des brocatelles ; le fer et les autres métaux sublimés en safran, en litharge ; les acides et les alcalis devenus des sels concrets ; les pyrites converties en soufres vifs ; les substances organisées végétales ou animales réduites en cendre, et toutes ces matières mélangées à différentes doses ont donné des substances nouvelles...

Il en conclut que les substances végétales et animales enfouies dans le sein de la terre, que les charbons, les pyrites humectées par l'eau et s'enflammant d'elles-mêmes, les bitumes, sont la cause de l'embrasement des volcans qui ont leur siége dans les couches schisteuses les plus inférieures et sur le sol primitif. Aussi trouve-t-on parmi les métaux des laves, principalement le fer et le plomb, provenant des pyrites ou des roches primitives, et toutes les autres substances (1).

Telle est la première cause des volcans, qui ne peuvent être attribués à un feu central, car, dit Buffon, « quelques observateurs, émerveillés des prodigieux effets produits par ces feux souterrains, ayant sous leurs yeux les gouffres et les monta-

(1) *Hist. des min.*, art. *Matières volcan.*

gnes formées par leurs éruptions, trouvant dans les matières projetées des substances de toute espèce, ont trop acccordé de puissance et d'effet aux volcans; ne voyant dans les terrains volcaniques que confusion et bouleversement, ils ont transporté cette idée sur le globe entier, et ont imaginé que toutes les montagnes s'étaient élevées par la violente action et la force de ces feux intérieurs dont ils ont voulu remplir la terre jusqu'au centre. On a même attribué à un feu central, réellement existant, la température ou la chaleur actuelle de l'intérieur du globe; je crois avoir démontré suffisamment la fausseté de ces idées. Quels seraient les aliments d'une telle masse de feu? pourrait-il subsister, exister sans air? et sa force expansive n'aurait-elle pas fait éclater le globe en mille pièces? et ce feu, une fois échappé après cette expulsion, pourrait-il redescendre et se trouver encore au centre de la terre? Son existence n'est donc qu'une supposition qui ne porte que sur des impossibilités, et dont, en l'admettant, il ne résulterait que des effets contraires aux phénomènes connus et constatés. Les volcans ont, à la vérité, rompu, bouleversé les premières couches de la terre en plusieurs endroits; ils en ont couvert et brûlé la surface par leurs éjections enflammées; mais ces terrains volcanisés, tant anciens que nouveaux, ne sont, pour ainsi dire, que des points sur la surface du globe; et, en comptant avec moi dans le passé cent fois plus de volcans qu'il n'y en a d'actuellement agissants, ce n'est encore rien en comparaison de l'étendue de la terre solide et des mers : tâchons donc de n'attribuer à ces feux souterrains que ce qui leur appartient, ne regardons les volcans que comme des instruments, ou, si on veut, comme des causes secondaires, et conservons au feu primitif et à l'eau, comme causes premières, le grand établissement et la disposition primordiale de la masse entière de la terre. »

« Quelque prodigieux que nous en paraissent les effets, dit ailleurs Buffon (1), il ne faut pas croire que ces feux viennent d'un feu central, comme quelques auteurs l'ont écrit, ni même qu'ils viennent d'une grande profondeur, comme c'est l'opinion commune; car l'air est absolument nécessaire à leur em-

(1) *Hist. et théorie de la terre.*

lument, au moins pour l'entretenir. On peut s'assurer, en examinant les matières qui sortent des volcans dans les plus violentes éruptions, que le foyer de la matière enflammée n'est pas à une grande profondeur, et que ce sont des matières semblables à celles qu'on trouve sur la croupe de la montagne, qui ne sont défigurées que par la calcination et la fonte des parties métalliques qui y sont mêlées.» Si les volcans sont la plupart du temps dans les hautes montagnes, « c'est que les minéraux, les pyrites et les soufres se trouvent en plus grande quantité et plus à découvert dans les montagnes que dans les plaines, et que ces lieux élevés recevant plus aisément et en plus grande abondance les pluies et les autres impressions de l'air, ces matières minérales qui y sont exposées se mettent en fermentation et s'échauffent jusqu'au point de s'enflammer.

» Les tremblements de terre, les volcans, en un mot tous les effets des feux souterrains causent de grands changements à la surface de la terre ; mais les eaux du ciel, les fleuves, les torrents y produisent encore des changements plus grands et plus généraux, en ravinant, dégradant, transportant et déposant les matières diverses ; par là elles abaissent et nivellent les montagnes et tendent à tout ramener à une sorte de niveau commun, qui diminue l'énergie des effets subséquents.

» La terre primitive a existé d'abord avec ses montagnes de jaspe, de porphyre, de granit, etc.; les montagnes de schistes et d'argile sont venues ensuite, puis les calcaires qui surmontent les schistes, les argiles et les granits ; ainsi, les petites ou grandes éminences formées par le soulèvement ou l'effort des feux souterrains, et les collines produites par les éjections des volcans, ne doivent être considérées que comme des tas de décombres, provenant de ces premières matières projetées et accumulées confusément (1). »

Il attribue donc à l'eau les plus grands changements ; et même les affaissements des cavités souterraines, sans secousse volcanique, sont une des grandes causes de changements et d'abaissement successifs du niveau des eaux. « Les volcans n'ont produit qu'en petit quelques effets semblables, et seule-

(1) *Hist. des minér.*, art. *Matières volc.*

ment dans les portions de terre où se sont trouvées ramassées les pyrites et autres matières inflammables et combustibles qui peuvent servir d'aliment à leur feu ; matières qui n'ont été produites que longtemps après les premières, puisque toutes proviennent des substances organisées (1). »

Outre les causes des volcans analysées ci-dessus, Buffon en trouve une dernière non moins puissante ; c'est l'eau. « On a vu, dit-il, quelquefois les volcans rejeter une grande quantité d'eau, et aussi des torrents de bitume. Le P. de la Torré, très-habile physicien, rapporte que, le 10 mars 1755, il sortit du pied de l'Etna un large torrent d'eau qui inonda les campagnes d'alentour. Ce torrent roulait une quantité de sable si considérable, qu'elle remplit une plaine très-étendue. Ces eaux étaient fort chaudes. Les pierres et les sables laissés dans la campagne ne différaient en rien des pierres et du sable qu'on trouve dans la mer. Ce torrent d'eau fut immédiatement suivi d'un torrent de matière enflammée, qui sortit de la même ouverture (2). »

Le même fait est rapporté par M. d'Arthenay dans les mémoires des savants étrangers, imprimés comme suite des mémoires de l'Académie des sciences, t. IV, p. 147, etc.

Il est nécessaire, dit Buffon, fondé sur ces faits et sur une foule d'autres observations à l'appui, que les cavités des volcans communiquent avec la mer ; sans cela ils ne pourraient vomir ces immenses torrents d'eau ni même faire aucune éruption puisque aucune puissance, à l'exception de l'eau choquée contre le feu, ne peut produire d'aussi violents effets. »

Il revient ensuite à la réfutation des naturalistes et entre autres de Ray, qui pensent que les montagnes et les inégalités du globe ne sont que le résultat des feux souterrains et des tremblements de terre.

Mais il n'en est pas de même des basaltes : les laves en coulant à la mer sont saisies par les eaux et forment les basaltes prismatiques. « C'est à la rencontre du torrent de lave avec les flots et à sa prompte consolidation, qu'on doit attribuer l'ori-

(1) *Hist. des minér.*, art. *Matières volc.*

(2) *Hist. du mont Vésuve*, par le P. J. de la Torré ; journ. étranger, mois de janv., 1756, p. 203, etc., dans les *Preuves de la théor. de la terre.*

gine de ces côtes hardies qu'on voit dans toutes les mers qui sont au pied des volcans. Les anciens remparts de basalte qu'on trouve aussi dans l'intérieur des continents, démontrent la présence de la mer et son voisinage des volcans dans le temps que leurs laves ont coulé : nouvelle preuve qu'on peut ajouter à toutes celles que nous avons données de l'ancien séjour des eaux sur toutes les terres actuellement habitées. »

Si les volcans terrestres donnent naissance aux basaltes, les volcans sous-marins produisent de nouvelles îles.

Les îles nouvelles se forment de deux façons : ou subitement par l'action de feux souterrains ; ou lentement par le dépôt du limon des eaux. Il cite un grand nombre de faits qui prouvent la formation des îles volcaniques.

« Pline, dit-il, rapporte qu'autrefois il y eut treize îles dans la mer Méditerranée qui sortirent en même temps du fond des eaux, et que Rhodes et Délos sont les principales de ces treize îles nouvelles ; mais il paraît par ce qu'il en dit, et par ce qu'en disent aussi Ammien Marcellin, Philon, etc., que ces treize îles n'ont pas été produites par un tremblement de terre, ni par une explosion souterraine : elles étaient auparavant cachées sous les eaux, et la mer en s'abaissant a laissé, disent-ils, ces îles à découvert. »

L'île d'Hiéra et Santorin sont, au contraire, volcaniques.

L'île de France et de Bourbon paraissent aussi deux sommets presqu'entièrement couverts de matières rejetées par les volcans ; ces deux îles étaient inhabitées lorsqu'on en a fait la découverte.

En résumé, tout ce que Buffon a écrit dans sa Théorie de la terre, dans les articles XVI et XVII des preuves de cette théorie, dans l'article des matières volcaniques de l'histoire des minéraux, sur les volcans et les tremblements de terre, est à peu près aussi avancé que le sont les travaux postérieurs qui lui ont beaucoup emprunté.

Il y démontre que les volcans et leurs produits ne peuvent être attribués à la même cause que le globe primitif avec ses montagnes et ses inégalités ; que le foyer des volcans est superficiel, et non au centre de la terre ; que le feu central n'existe pas et par conséquent ne peut être la cause des vol-

cans ; que l'eau par sa force expansive et sa décomposition, les matières organiques végétales et animales, les minéraux par leur décomposition, et surtout les pyrites, sont les principales causes des feux volcaniques ; que l'air y joue aussi un rôle indispensable. Cette théorie, qui a eu un grand nombre de partisans, est certainement la plus conforme aux lois naturelles et aux phénomènes connus ; tandis que l'hypothèse du feu central a contre elle toutes les lois et les faits connus, comme l'a fort bien prouvé Buffon, qui a été appuyé en ce point encore par beaucoup de modernes.

L'analyse que nous avons faite des travaux géologiques de Buffon, suffit pour montrer quel progrès puissant la géologie positive avait fait entre ses mains :

1° Sans nous préoccuper de son hypothèse insoutenable sur l'origine de la terre détachée du soleil par la queue d'une comète, il n'en a pas moins bien prouvé que le globe primitif n'était point dû aux mêmes causes que le sol de remblai ; que ce globe primitif avait dû exister avec ses montagnes et ses vallées, ses mers et ses cours d'eau, pour qu'il pût recevoir des êtres organisés végétaux et animaux, et donner lieu à la formation des couches diverses du sol et des produits volcaniques ;

2° Pour la cause aqueuse la théorie de la terre roule sur quatre faits principaux ; le premier est que la terre est partout, et jusqu'à des profondeurs considérables, composée de couches parallèles et de matières qui ont été autrefois dans un état de mollesse ; le second, que la mer a couvert pendant quelque temps la terre que nous habitons, et il le prouve ; le troisième, que les marées et les autres mouvements des eaux produisent des inégalités dans le fond des mers ; et le quatrième, que ce sont les courants de la mer qui ont donné aux montagnes la forme de leurs contours, et la direction correspondante de leurs angles. Il faut avouer que le parcours des montagnes crayeuses de la Champagne, par exemple, comparées aux bancs qui se forment dans les mers, semble appuyer ce dernier fait, que Buffon a, sans doute, trop exagéré.

3° Il pose en principe les causes et les effets actuels expliquant les causes et les effets anciens. « Les causes qui ont produit, dit-il, les anciens dépôts marins sur la partie du sol que

nous habitons, sont les mêmes qui agissent encore sous nos yeux. » Il va du connu à l'inconnu, ce que n'avait fait aucun de ses prédécesseurs... Il raisonne parfaitement juste, lorsqu'il démontre que telle est la quantité et la disposition des débris d'animaux marins contenus dans le sein de la terre, qu'il est absurde de supposer que tous ces animaux aient pu vivre à la même époque; que leur nombre et les circonstances de leur gisement indiquent bien clairement qu'ils ont vécu successivement et ont été déposés après leur mort, par une action lente, uniforme, quotidienne; et qu'il conclut que les mêmes causes qui agissent encore sous nos yeux ont produit toutes ces couches marines. Mais il ne s'est pas aperçu qu'il n'embrassait qu'une partie du phénomène assez complexe, du sol de sédiment; les faits lui ont manqué. On ignorait alors que les dépôts, dans beaucoup de localités, étaient alternativement marins et d'eau douce, et que sur un grand nombre de points les eaux continentales et celles de la mer ont mêlé leurs produits; que les fleuves apportent beaucoup plus de matériaux à la mer que la mer n'en arrache à ses rivages, etc. La théorie de la terre n'est fausse dans certains points que parce qu'elle est incomplète

Cependant au nombre de ses erreurs, il en est une que son génie observateur aurait dû, ce semble, lui faire éviter. Il paraît penser que la mer avait occupé à la fois toute la surface de la terre, et qu'elle en avait formé toutes les montagnes secondaires; or, il connaissait déjà un assez grand nombre de faits propres à le convaincre du contraire, si la préoccupation de cette idée sur la formation des montagnes d'après la correspondance de leurs angles ne l'avait empêché de les scruter.

Pour tout le reste il est dans la bonne voie; lorsqu'il s'apprête à rechercher les causes de l'abandon de nos continents par les eaux de la mer, il procède comme il l'avait fait pour établir que les dépôts coquilliers ont été formés par le mouvement naturel des eaux marines et non par un déluge ou toute autre cause. Il répète que pour juger de ce qui est arrivé, et même de ce qui arrivera, on n'a qu'à examiner ce qui arrive; qu'il faut prendre notre globe tel qu'il est, en bien observer toutes les parties et par des inductions conclure du présent au passé. « Des causes dont l'effet est rare, violent et subit, ne

doivent pas nous toucher, elles ne se trouvent pas dans la marche ordinaire de la nature; mais des effets qui arrivent tous les jours, des mouvements qui se succèdent et se renouvellent sans interruption, des opérations constantes et toujours réitérées, ce sont là nos causes et nos raisons (1). »

C'est d'après ces principes si sages, que Buffon a si bien analysé les effets de la cause aqueuse, et malgré l'action exagérée qu'il a attribuée aux mers, il n'a point oublié les attérissements produits par les fleuves.

Il a tout aussi bien jugé les causes physiologiques de l'augmentation du sol, en prouvant que les calcaires ont été produits par les mollusques et les rayonnés; que ces animaux se multiplient avec une rapidité telle qu'on ne doit point être étonné de la quantité de leurs débris. Il a très-bien appuyé sur les mœurs et les habitudes des espèces vivantes pour expliquer le gisement des espèces fossiles; il a donné une explication rationnelle de la disparition des espèces qui ne sont plus connues vivantes; il a aussi parfaitement saisi qu'il y a des coquilles fossiles de tous les âges et de toutes les tailles, appartenant à la même espèce, et par là il prévenait l'exagération qui est venue plus tard multiplier si maladroitement les espèces. Par la considération de la prompte multiplication des mollusques et des madrépores, par celle de leur grand nombre et de l'étendue de leurs produits actuels, il nous conduit à accepter que les produits anciens n'ont pas dû demander de longs intervalles pour se former.

Tout ce qu'il a écrit sur les houillères, les végétaux fossiles, est marqué au même coin du bon sens et du génie; il a parfaitement démontré que les charbons de terre tirent leur origine des végétaux et des animaux; qu'ils ont été déposés par les eaux d'une manière continue, et il a très-bien établi le passage des tourbes, des bois fossiles, aux houilles.

Buffon avait donc introduit la paléontologie dans une voie rationnelle.

La cause ignée n'a pas été moins bien analysée, il a nettement distingué les roches primitives dites cristallines, des roches volcaniques; il a prouvé que les hypothèses du feu central

(1) *Théorie de la terre.*

étaient contraires aux lois naturelles et aux faits connus ; que la cause des volcans devait être cherchée dans leurs produits et l'analyse de leurs phénomènes ; que dès lors cette cause devenait complexe, et appelait le concours des êtres organisés dans leurs débris, celui des eaux et de l'air, celui des métaux, et des roches primitives; que, par conséquent, les volcans n'avaient pu commencer qu'après l'action des eaux ; que ces deux causes ont agi simultanément et continuellement pour changer et modifier la surface du globe.

Systématisant tous ces faits, il trace ainsi l'histoire de la terre ; le globe est d'abord formé avec ses montagnes primitives de granit, de porphyre, de jaspe, etc. ; la décomposition de ces roches par l'eau produit les argiles et les schistes ; le concours de l'eau et des êtres organisés produit ensuite les charbons et les calcaires, et dans ces roches l'eau accumule et arrondit les montagnes ; ce n'est qu'après que les volcans commencent la série de leurs effets.

C'est ainsi que Buffon renversa pour toujours les systèmes hypothétiques qui l'avaient précédé, et qu'il jeta les vraies bases de la géologie positive que nous verrons se développer désormais.

Mais à côté de ce magnifique effort viennent se ranger ses hypothèses insoutenables sur l'origine de la terre et son roman des époques de la nature. Suivant cette hypothèse, la masse du soleil contenait toute matière brute et organique : une comète tombant sur le soleil en détache plusieurs masses de matière semblable, et leur imprime un mouvement commun et dans le même sens, qu'elles continueront. Ces masses, lancées à des distances diverses, donnent naissance aux planètes et à leurs satellites ; elles se refroidissent et deviennent successivement habitables, pour cesser ensuite de l'être dans le même ordre. La terre était une de ces masses.

Dans cet état primitif, la masse de matière brute et organique, qui devait devenir la terre, était dans un état de fluidité, maintenue par l'incandescence et la substance du feu qu'elle tirait de sa source originelle. Dans cet état, par la rotation sur son axe et l'attraction combinées, la terre prit sa forme et commença à se solidifier par le refroidissement. Toute la matière brute, la substance de verre, se déposa d'abord au centre

avec les masses métalliques. Dans cette sphère, les boursouflures formées par le refroidissement de la matière fluide, donnèrent naissance aux montagnes primitives. Plus tard, les filons métalliques se forment par la sublimation des métaux qui se sont refroidis en s'infiltrant dans des masses qui n'étaient déjà plus fluides. Ce sont là les deux premières époques, qui ont pu durer de trente à trente-cinq mille ans.

A cette date, la terre était assez attiédie pour recevoir les eaux sans les rejeter en vapeurs. La chaleur des eaux ne pouvait cependant convenir aux êtres organisés actuels ; « et par conséquent c'est aux premiers temps de cette époque, c'est-à-dire depuis trente jusqu'à quarante mille ans de la formation de la terre, que l'on doit rapporter l'existence des espèces perdues dont on ne retrouve plus les analogues vivants............ En fécondant les mers, la nature répandait aussi les principes de vie sur toutes les terres que l'eau n'avait pu surmonter ou qu'elle avait promptement abandonnées : et ces terres, comme les mers, ne pouvaient être peuplées que d'animaux et de végétaux capables de supporter une chaleur plus grande que celle qui convient aujourd'hui à la nature vivante. Nous avons des monuments tirés du sein de la terre, et particulièrement du fond des minières de charbon et d'ardoise, qui nous démontrent que quelques-uns des poissons et des végétaux que ces matières contiennent, ne sont pas des espèces actuellement existantes. » C'est pendant cette époque qui dura vingt mille ans que furent formés les schistes et les argiles, par le nivellement et la dégradation des montagnes primitives sous des eaux continuellement agitées et chaudes ; les charbons et les calcaires furent aussi en grande partie déposés dans la mer qui couvrait toute la terre, à l'exception des plus hautes montagnes où croissaient les végétaux.

Dans la quatrième époque ont eu lieu les volcans et les tremblements de terre. Alors il n'existait encore que des poissons qu'on trouve dans les ardoises, des coquillages et autres animaux marins qu'on trouve dans les calcaires, et des végétaux qu'on trouve dans les houillères. Les animaux terrestres n'existèrent que plus tard, ainsi que l'indiquent leurs débris trouvés seulement à la superficie du sol.

Après un refroidissement qui demanda quelques milliers

d'années, pendant lesquelles les mers baissèrent par l'affaissement des cavernes souterraines, la terre dans ses régions septentrionales put recevoir les éléphants et les autres animaux du midi.

La sixième époque répond à la séparation des continents.

Enfin, la septième et dernière époque est celle de l'apparition de l'homme.

C'est pour la première fois que le système des époques indéterminées correspondant aux jours de la création est présenté dans l'histoire de la science. En voilà l'origine; il est, comme on le voit, fondé sur des hypothèses inadmissibles et sur quelques faits incomplétement connus et mal interprétés. Ainsi Buffon ignorait la superposition alternative des couches d'eau douce et des couches marines; il ignorait la présence des fossiles d'eau douce, soit mollusques, poissons, ou reptiles, dans les strates de presque tous les terrains; et c'est cette ignorance qui l'a fait établir sa troisième époque sur les formations exclusivement marines, qui n'existent point avec cette exclusion.

Il ignorait les phénomènes du métamorphisme qui modifient la texture et quelquefois la composition des roches aqueuses; il ignorait que des schistes, des gneiss, etc., peuvent se trouver parallèles à des calcaires; il ignorait le synchronisme des formations; il ignorait que des fossiles perdus se rencontrent avec des espèces encore vivantes, et que dans les couches les plus profondes on trouve des analogues aux espèces vivantes et même des identiques. C'est l'ignorance de tous ces faits qui rend spécieuse sa seconde époque.

Quant à sa première époque, elle est fondée sur une hypothèse mathématiquement fausse, et pour le reste, les mêmes objections invincibles, que lui-même a opposées au feu central, peuvent être faites avec la même force contre son état de fusion originel de la terre.

Enfin, ses Époques de la nature sont, comme nous l'avons prouvé ailleurs (1), en contradiction avec toutes les lois physiques et physiologiques connues; elles reposent, en outre, sur

(1) *Histoire des sciences*, t. II, p. 441, etc.

des impossibilités métaphysiques, telles que la naissance spontanée des végétaux et des animaux, etc. Ainsi, au point de vue scientifique, les époques de la nature sont une grave erreur, qui n'a été soutenue par son auteur que parce que les faits géologiques lui manquaient, et qu'il n'a tenu aucun compte des lois harmoniques de l'univers, qu'il avait cependant si bien établies sur d'autres points.

Au point de vue théologique, autant sa Théorie de la terre peut s'accorder avec le texte de la Genèse, autant ses Époques de la nature sont en opposition flagrante et continuelle avec le texte sacré. 1° Les astres auraient, suivant Buffon, existé dès la première époque; la Genèse marque leur création au quatrième jour. 2° Les animaux marins et les végétaux auraient apparu dans la seconde époque de Buffon; la Genèse assigne la création des végétaux au troisième jour, et celle des premiers animaux au cinquième. 3° La séparation des continents remplit la sixième époque de Buffon; dans la Genèse la retraite des mers a lieu au troisième jour. 4° Les animaux terrestres apparaissent à la cinquième époque de Buffon; dans la Genèse ils sont créés le sixième jour aussi bien que l'homme, que Buffon ne fait apparaître que dans sa septième époque. Enfin, une autre erreur capitale, c'est que Buffon présente la terre et les êtres qui l'habitent se créant et s'organisant eux-mêmes par les propres forces de la matière.

En définitive, les Époques de la nature ne sont que le matérialisme antique des cosmogonies grecques et hindoues, présenté sous une forme un peu plus scientifique.

Nous avons appuyé sur Buffon, parce qu'il est réellement le vrai point de départ de la géologie moderne; et que par un phénomène assez singulier, qui a jusqu'ici échappé à l'histoire et aux géologues, il est la tête de deux directions opposées. Par cette bifurcation remarquable, Buffon est tout à la fois le chef du progrès réel dans la géologie positive, et le chef des aberrations de l'imagination dans la géologie hypothétique.

En effet, dans sa Théorie de la terre, ouvrage uniquement basé sur les faits et les lois connues, il a posé tous les principes de la géologie positive, de celle qui recueille, observe et compare les faits, et cherche à expliquer les phénomènes passés

par les effets des causes actuelles; l'inconnu par le connu.

Dans ses Époques de la nature, au contraire, il a ouvert et tracé la voie à la géologie hypothétique, à celle qui veut tout créer par l'imagination, qui ne tient aucun compte des lois connues et qui ne marche que par hypothèse. Ce qui étonne, c'est qu'un génie si profondément pénétré des harmonies de la création, n'ait pas été arrêté par ces harmonies mêmes que les créations de son imagination violaient.

Du reste, il a eu soin lui-même d'avertir qu'il ne proposait ses hypothèses en parallèle avec sa Théorie de la terre si positive et si vraie, que pour montrer la différence qu'il y a entre un système basé sur de pures hypothèses et une théorie fondée sur les faits.

LEÇON VI.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE.

Pallas, qui vivait en même temps (né le 22 septembre 1741 et mort le 8 septembre 1811) que Buffon, doit être avec lui considéré comme créateur de la géologie positive et de l'anatomie paléontologique (1).

Le mémoire de Pallas sur la théorie des montagnes modifia les premières idées que Buffon avait publiées dans sa Théorie de la terre, et en fit disparaître plusieurs hypothèses, lorsque ces idées furent ensuite reproduites dans les Epoques de la nature.

(1) Les ouvrages où Pallas traite de la géologie sont : 1° ses *Voyages;* 2° la *Description physique de la contrée de Tauride;* 3° ses *Observations sur la formation des montagnes et les changements arrivés à notre globe;* 4° *Observations sur les ossements fossiles de la Sibérie, surtout sur les crânes de rhinocéros, de buffles, et les ossements d'éléphant* (Novi commentarii acad. Petropolitani, t. XIII, *Mém.*, p. 430); 5° *Mémoire servant de complément aux restes des animaux étrangers trouvés dans l'Asie boréale* (Novi comm. acad. Pet., t. XVII, *Mém.*, p. 576); 6° *de Dentibus molaribus fossilibus ignoti animalis canadensibus analogi;* 7° *Rapport sur des ossements fossiles de grands animaux étrangers trouvés, en 1776, dans le gouvernement d'Astrakan, sur les bords de la Sviige.*

Un autre homme en France, ignoré parce que ses ouvrages n'ont pas été achevés, avait fait des travaux plus positifs et d'une grande valeur, sur la géologie et la paléontologie ; cet homme est Guettard, de l'Académie des sciences. En paléontologie, il s'était surtout occupé des animaux sans vertèbres, des coquilles et des zoophytes fossiles. C'est lui encore qui a donné les premières recherches d'analyse sur les terrains de Paris. Tous ses travaux sont dans les mémoires de l'Académie.

Les choses en étaient là quand Pallas entreprit ses voyages, qui changèrent la face de la géologie et dépassèrent de beaucoup Buffon dans la voie positive.

Pallas commence par rejeter toutes les théories hypothétiques qui l'ont précédé ; et il change la face de la science, en démontrant la succession des trois ordres primitifs de montagnes : les granitiques au milieu, les schisteuses à leur côté, et les calcaires en dehors.

I. *Géognosie.* A *Noyau central* (1). Ses observations ont prouvé que les plus hautes montagnes du globe, qui forment les chaînes continues, sont faites de cette roche qu'on nomme granite, dont la base est toujours un quartz plus ou moins mêlé de feldspath, de mica et de petits basaltes épars, sans aucun ordre et par fragments irréguliers en différents points ; que cette vieille roche et le sable produit par sa décomposition forment la base de tous les continents, tant pour les montagnes que pour les terres basses ; que rien n'est plus vraisemblable que de prendre cette roche pour le principal ingrédient de l'intérieur de notre globe. « J'avoue, dit Pallas, qu'une telle constitution ne saurait favoriser la doctrine du feu central, mais qu'au contraire elle doit plaire aux physiciens qui placent au noyau de la terre une masse énorme d'aimant.

» Au reste, le granit, en général, peut sembler, dit-il, avoir été dans un état de fusion, et n'être qu'une production des feux..... Il n'appartient peut-être point aux hommes d'approfondir la véritable cause qui a jeté cette masse énorme de matière vitrifiée dans l'orbite où nous circulons. »

« Toujours il est prouvé, par une observation générale et

(1) Nous reprenons ici une partie de ce que nous avons publié dans notre *Histoire des sciences*, qu'on peut consulter si l'on veut plus de détails.

constante : 1° que le granit ne se trouve jamais en couches, mais en blocs et rochers, ou du moins en masses entassées les unes sur les autres; 2° qu'il ne contient jamais la moindre trace de pétrifications ou d'empreintes organiques, de façon qu'il semble avoir été antérieur à toute la nature organisée, ou du moins réduit dans l'état où nous le voyons, par une fonte totale, qui a détruit jusqu'aux moindres traces de tout corps organique, qui pourrait avoir existé avant une telle catastrophe; 3° que les plus hautes éminences que forme cette roche, soit en plateaux, soit en croupes de montagnes ou pics escarpés, ne sont jamais recouvertes de couches argileuses ou calcaires, originaires de la mer, mais semblent avoir été de tout temps, ou depuis leur formation, élevées et à sec au-dessus du niveau des mers.

» Observation qui réfute l'hypothèse de ceux qui croient que toutes ces élévations montagneuses du globe sont l'effet du feu central et de ses explosions dans les premiers âges de la terre, lorsque la croûte qui environnait ce brasier merveilleux, n'avait pas encore assez de solidité pour résister également à un tel agent intérieur : ce qui n'aurait pu se faire sans élever en même temps différentes couches étrangères, qui dussent se trouver perchées sur les grandes hauteurs escarpées des montagnes granitiques. Un seul exemple de cette nature prouverait qu'il peut y avoir des feux souterrains, ou des volcans, plus bas que le granit, ou dans l'intérieur de cette roche ; mais jusqu'ici on l'a cherché en vain, quoique les foyers de plusieurs volcans éteints, qu'on a examinés de nos jours, semblent avoir été placés immédiatement sur la vieille roche. »

4° Un quatrième caractère des montagnes granitiques est d'être toujours accompagnées, sur les côtés des grandes chaînes, de bandes schisteuses et de calcaires, et quelquefois de sables ou de grès.

5° Les montagnes granitiques de notre globe ne sont pas toutes distribuées par chaînes, tournées en différentes directions, et ordinairement dans le sens de la méridienne ou de l'équateur, croisées ou cohérentes, en forme de crosse, de réseau, ou de côtes réunies à une épine commune, comme le prétendent Bourguet et Buffon; mais elles offrent une disposition différente dans chaque groupe.

6° L'assertion du philosophe Bourguet, renouvelée par M. le comte de Buffon, sur les angles correspondants des montagnes, souffre bien des exceptions dans les chaînes granitiques, et même souvent dans les montagnes des ordres secondaires.

Par tant de faits positifs, la plupart des théories sur la formation du globe, antérieures et postérieures à Pallas, sont renversées ; et la géologie entre ainsi nettement dans une voie positive, qu'on n'aurait jamais dû abandonner ; heureusement qu'on tend à y revenir aujourd'hui. Les observations de Pallas sur les autres terrains ne sont pas moins positives.

B *Terrains schisteux.* 1° La bande de montagnes primitives schisteuses hétérogènes, qui, par toute la terre, accompagne les chaînes granitiques, et comprend les roches quartzeuses et talqueuses mixtes, trapézoïdes, serpentines, le schiste corné, les roches spathiques et cornées, les grès purs, le porphyre et le jaspe, tous rocs fêlés, en couches, ou presque perpendiculaires, ou du moins très rapidement inclinées (les plus favorables à la filtration des eaux), semblent, aussi bien que le granite, antérieures à la création organisée.

2° Elles ne contiennent pas la moindre trace de pétrifications ou empreintes de corps organisés. S'il s'en est trouvé, c'est apparamment dans des fentes de ces roches, où ces corps ont éte apportés par un déluge, et encastrés après dans une matière infiltrée, de même qu'on a trouvé des restes d'éléphants dans le filon de la mine d'argent du Schlangenberg.

3° Ces montagnes sont le résultat de la décomposition des granits.

4° Elles semblent avoir souffert des effets d'un feu très-violent, et elles montrent certaines lois dans l'arrangement respectif des roches anciennes qui les composent.

C. *Montagnes secondaires.* « Nous pourrons parler plus décisivement sur les montagnes secondaires et tertiaires.... Ces deux ordres de montagnes présentent la chronique de notre globe, la plus ancienne, la moins sujette aux falsifications, et en même temps plus lisible que le caractère des chaînes primitives ; ce sont les archives de la nature, antérieures aux lettres et aux traditions les plus reculées, qu'il était réservé à notre

siècle observateur de fouiller, de commenter et de mettre au jour, mais que plusieurs siècles après le nôtre n'épuiseront pas. »

Les montagnes secondaires sont de nature et d'origine toutes différentes des précédentes.

Elles sont situées sur les côtés de la bande de schiste du groupe précédent, qu'elles accompagnent en dehors.

Elles sont d'abord plus ou moins renversées et relevées, et deviennent de plus en plus horizontales et stratifiées. En s'éloignant des chaînes de montagnes, on voit les couches calcaires s'aplanir assez rapidement, prendre une position horizontale, et devenir abondantes en toutes sortes de coquillages, de madrépores et d'autres dépouilles marines. Tantôt elles sont solides et comme semées de productions marines; tantôt elles sont composées de coquilles et madrépores brisés, et de ce gravier calcaire qui se trouve toujours sur les parages où la mer abonde en pareilles productions; tantôt enfin elles sont dissoutes en craie et en marnes, et souvent entremêlées de couches de gravier et de cailloux roulés.

Elles sont composées de deux parties principales superposées, la couche glaiseuse et la bande calcaire.

La couche glaiseuse, qui semble continuée à une partie de la bande schisteuse des hautes chaînes, prouve, par ses abondantes pétrifications, que la mer doit l'avoir couverte à une très-grande profondeur.

Il est très-probable, remarque Pallas à cette occasion, que les ammonites et les bélemnites, dont nous ne connaissons pas encore les originaux, ne nous sont restées inconnues qu'à cause qu'elles ne sauraient vivre qu'à de grandes profondeurs. Leur abondance dans les lits de glaise, inférieurs aux couches calcaires, en fait une preuve indirecte. On a souvent agité la question de savoir pourquoi les pétrifications qu'on trouve dans les montagnes calcaires de l'Europe sont, pour la plupart, originaires des mers des Indes? Cette supposition elle-même paraît fausse. Les productions que l'on croit particulières aux mers éloignées sont pour la plupart les mêmes dans les mers du Nord, mais ne vivent partout que dans les abîmes, parce que leur existence semble demander la pression d'une grande masse d'eau. Telles

sont, entre autres, les anomies (dites aussi poules et becs de perroquet), les palmiers de mer ou encrines.

1° La *bande argileuse* est formée d'abord de couches de dépôts, contenant des blocs de granit, des bancs énormes de cailloux roulés, puis de dépôts pyriteux, bitumineux et charbonneux stratifiés.

2° La *bande calcaire* est d'abord dure, lisse au poli; elle s'élève quelquefois en montagnes d'une hauteur très-considérable, irrégulières, rapides et coupées de vallons escarpés. L'on trouve dans ces hautes montagnes calcaires, de fréquentes grottes et des cavernes très-remarquables, tant par leur grandeur que par les belles congélations et cristallisations stalactiques dont elles s'ornent. Quelques-unes de ces grottes ne peuvent être attribuées qu'à quelque bouleversement de couches; d'autres semblent devoir leur origine à l'écoulement des sources souterraines, qui ont amolli, rongé et charrié une partie de la roche qui en était susceptible.

La bande calcaire se convertit en craie, et alors elle contient ou non des silex.

Quelquefois elle est tellement abondante en madrépores et en coquillages, qu'elle en paraît entièrement formée sans mélange d'animaux terrestres.

« Ces deux grandes bandes des montagnes secondaires, abondantes en productions marines, ont formé, l'une et l'autre, dans les premiers âges du globe, le fond d'une mer profonde, qui ne saurait avoir produit ces dépôts, originairement marins et sans aucun mélange d'animaux terrestres, que pendant une longue suite de siècles (1). »

Ainsi, il n'est pas encore arrivé à la division des corps organisés marins et d'eau douce; division qui devra être faite plus tard en Italie et en France.

Il énumère donc, dans les terrains secondaires, la couche glaiseuse, le bloc ancien, au-dessus le calcaire jurassique, terminé par la craie, qui diffère de celle de son pays qui contient des silex.

(1) La question du temps n'est pas encore résolue en géologie; c'est, du reste, la plus difficile de toutes; elle demande les données de toutes les sciences pour arriver à une solution au moins plausible.

A. *Des montagnes tertiaires.* — A la bande calcaire sont superposées les montagnes tertiaires, effets des catastrophes les plus modernes de notre globe. Elles sont pour la plupart composées de grès, de marnes rougeâtres, entremêlées de couches également mixtes; elles s'étendent surtout par de longues bandes parallèles aux principales pentes que suit le cours des fleuves.

« Elles contiennent très-peu de traces de productions marines, et jamais des amas entiers de ces corps, tels qu'une mer reposée pendant des siècles de suite a pu les accumuler dans les bancs calcaires. » Cette observation est contredite formellement par les terrains tertiaires parisiens, par exemple.

. . . .

Rien au contraire, ajoute-t-il, de plus abondant dans ces montagnes de grès stratifié sur l'ancien plan calcaire, que des troncs d'arbres entiers, et des fragments de bois pétrifié, souvent minéralisé par le cuivre ou le fer; des impressions de bois de palmiers, de tiges de plantes, de roseaux et de quelques fruits étrangers ; enfin, des ossements d'animaux terrestres, très-rares dans les couches calcaires. Ces arbres sont remarquables surtout par les traces très-évidentes de ces vers rongeurs qui attaquent les vaisseaux, les pilotis et autres bois trempés dans la mer, et qui sont proprement originaires de la mer des Indes.

Dans ces mêmes dépôts sableux et souvent limoneux, gisent les restes des grands animaux de l'Inde : ces ossements d'éléphants, de rhinocéros, de buffles monstrueux, dont on déterre tous les jours un si grand nombre sur toute la frontière méridionale de la Sibérie.

Ces grands ossements, considérés dans leur site naturel, m'ont surtout convaincu de la réalité d'un déluge arrivé sur notre terre, d'une catastrophe dont j'avoue n'avoir pu concevoir la vraisemblance avant d'avoir parcouru ces plages, et vu par moi-même tout ce qui peut y servir de preuve à cet événement mémorable.

Ainsi donc, Pallas avait compris sous le nom de montagnes primaires, les granits et les schistes formés de leurs débris; dans les montagnes secondaires, les glaises, les calcaires et les

craies ; et enfin dans les montagnes tertiaires, tout ce que nous comprenons au-dessus de la craie. Il a mêlé à ces dernières le terrain diluvien, ce à quoi l'on est revenu aujourd'hui. Les montagnes secondaires sont, selon lui, le produit de la mer, tandis que dans les tertiaires il n'y a rien de marin. Voilà pour les faits d'après lesquels la géologie statique est presque tout-à-fait la même qu'elle est encore aujourd'hui, à part l'introduction d'un grand nombre de nouvelles observations, et par suite des subdivisions de ces divers terrains. Mais de plus il avait essayé d'en donner l'étiologie : là il a pu se tromper comme tout le monde; mais il n'en est pas moins vrai qu'un grand nombre de ses idées demeurent acquises à la science, et que les autres méritent d'être plus étudiées qu'on ne l'a fait.

II. *Géogénie* ou *géologie étiologique*, ou *des causes qui ont amené l'état actuel de nos continents*. Il ne faut pas, à son avis, se contenter d'une seule cause pour expliquer tous les phénomènes géologiques ; et c'est parce que les géologues précédents ont voulu avoir recours à une seule cause, qu'ils ont échoué; en effet, telle explication, bonne pour un lieu, ne convient pas à un autre ; aussi admet-il diverses causes pour les granits, les schistes, les calcaires, etc. Il rejette le feu central, et n'admet point que les reliefs, les grandes chaînes continues granitiques soient l'effet de ses explosions dans les premiers âges de la terre.

Il accepte les granits, sans chercher à découvrir leur cause, qu'il regarde comme introuvable ; pour lui les montagnes granitiques datent de la création.

Mais une fois les granits admis, cette roche, qui formait à l'origine le seul continent à découvert, décomposée par les influences météoriques et la présence d'un principe salin, a produit les amas de gravier, de sables, de roches décomposées, qui ont formé les schistes; de roches pourries, de limon, qui sont devenus terre végétale.

Il admet ainsi que les montagnes schisteuses et latérales au granite, semblent avoir éprouvé des effets de feux souterrains; mais qu'elles ont certainement une autre origine bien plus ancienne que les montagnes secondaires.

Le foyer des volcans semble donc placé sur la vieille roche granitique, mais non dans son intérieur, et encore moins au-dessous. Leur origine est entre les terrains schisteux et granitiques, et aussi dans la bande glaiseuse qui est remplie de pyrites bitumineuses. Dans ces lieux, où se trouvent en plus grande abondance les terrains minéralogiques, les minéraux, se combinant avec les nombreux produits sulfureux de la putréfaction des animaux marins, auraient donné lieu aux volcans et à tous les feux souterrains, qui, dès-lors, ont pu soulever toutes les couches supérieures des terrains secondaires. C'est ainsi que l'Ararat semble avoir été formé, aussi bien que plusieurs montagnes schisteuses et calcaires de la Perse, où les volcans ne sont pas encore entièrement éteints.

Les montagnes secondaires, qui sont remplies de productions marines, étaient anciennement couvertes par les eaux de la mer dont le niveau était assez élevé pour cela; elles ont été formées par une mer qui a reposé tranquillement pendant plusieurs siècles de suite. Alors le centre de l'Asie formait une grande île, entourée de montagnes, et formant autant de caps et de chaînes sous-marines que de branches montagneuses.

Il attribue les grottes des calcaires secondaires, les unes à des bouleversements des couches, les autres à l'écoulement des eaux.

Les montagnes tertiaires sont, selon lui, le résultat des dernières catastrophes de notre globe; elles sont un effet du déluge.

Mais nous devons suivre Pallas plus loin. Après avoir exposé la statistique de l'Asie et de ses montagnes, il conclut : Voilà donc une grande étendue de pays croisés de montagnes, qui se trouvent infiniment au-dessus des plaines du continent, situées sous des parallèles assez variés pour que les productions du Nord et du Midi y aient pu trouver, dans les premiers âges du monde, les sites propres pour leur végétation ou pour leur vie. Si l'on suppose (comme il n'y a pas lieu d'en douter raisonnablement), que le niveau des mers était anciennement assez élevé pour couvrir les couches horizontales des continents que nous trouvons aujourd'hui remplies de productions mari-

nes, le centre de l'Asie aura donc formé une grande île entourée de montagnes, et formant autant de caps et de chaînes marines qui partent des branches montagneuses de son centre. En supposant de plus, qu'au commencement ce plateau n'eût été que de granit tout nu, la décomposition que cette roche éprouve journellement par les influences météoriques, et par un principe salin inhérent au granit, auquel est due la salure des eaux et du sol. dans tous les plateaux de l'Asie, et qui peut aussi avoir contribué à la première salure des mers, devait bientôt produire des amas de gravier, de roche pourrie et de limon, qu'on voit dans les Alpes être extrêmement fertiles pour la production de toute sorte de végétaux. Ce grand plateau, ainsi découvert, a été le premier terrain habitable ; c'est dans les vallées du midi de cet ancien pays qu'on doit chercher la première patrie de notre espèce, surtout de la race des hommes blancs, qui ont été de là peupler en foule les heureuses contrées de la Chine, de la Perse, et surtout de l'Inde, où, de l'aveu de tout le monde, habitent les nations les plus anciennement cultivées de l'univers, et où, peut-être, l'on doit chercher les racines des langues primitives de l'Asie et de l'Europe (1).

Tous les animaux qui sont devenus domestiques dans le Nord, aussi bien que dans le Midi, se trouvent originairement sauvages dans le milieu tempéré de l'Asie, à l'exception du dromadaire, dont les deux races ne viennent bien qu'en Afrique, et se familiarisent difficilement avec le climat d'Asie. La patrie primitive du taureau sauvage, du buffle, du mouflon, qui a produit nos brebis, de la chèvre à Bézoard, et du bouquetin, qui se sont mêlés pour produire la race féconde de nos chèvres domestiques, est dans les chaînes montagneuses qui occupent le milieu de l'Asie et une partie de l'Europe. La renne abonde et sert de bétail dans les hautes montagnes qui bordent la Sibérie et qui remplissent son extrémité orientale. Le chameau à deux bosses subsiste sauvage dans les grands déserts, entre le Thibet et la Chine. Le sanglier occupe les forêts et les marais de toute l'Asie tempérée....., etc.

(1) Les recherches plus approfondies de l'etnographie, de la philologie, etc., démontrent la fausseté de cette hypothèse de Pallas.

« Tous les animaux assujettis à l'homme, étant originaires de l'Asie tempérée, semblent prouver que le plateau de ce continent était aussi la première patrie du premier.

« On pourrait avancer que la race des hommes noirs forme la tige primitive de l'espèce, et la blanche n'être qu'une dégénération; mais bien des faits combattent une telle opinion. Il est plus probable que le hasard peut avoir transféré notre race en Afrique, dans un âge où les plateaux de ce continent étaient encore séparés de l'Asie par de grands intervalles de mer, et leur nouveau séjour étant tout entier dans la zone torride, l'influence d'un climat aussi brûlant, pendant une suite de siècles, a bien pu faire changer de complexion à ces hommes transplantés. Tandis qu'en Amérique, où d'ailleurs l'espèce humaine a été moins anciennement établie, des situations tout aussi chaudes n'ont pu produire autant d'effet, par la raison, peut-être, que les hommes y trouvant une chaine étendue du Midi au Nord, pouvaient successivement changer de climats ou mêler les races nées en différentes latitudes, et par là, tempérer l'effet de la zone torride. »

Ainsi donc, Pallas regarde l'Asie centrale comme le premier centre où se serait opérée la création de l'homme et des animaux, qui auraient émigré ensuite, par des causes qu'il n'explique pas, dans deux autres centres où les êtres organisés auraient subi des modifications.

« L'Afrique, dit-il encore dans une note, doit avoir à son centre des contrées tout aussi élevées, entourées et croisées de montagnes, qui ont dû servir, comme ces plateaux de l'Asie et de l'Amérique, de pépinière à la création organique.

« De toutes les considérations précédentes, il suit donc, semble-t-il, que toutes ces plaines de la grande Russie étaient jadis le fond de l'Océan. J'ai de plus avancé, à l'égard des chaînes granitiques et des plateaux formés par la vieille roche, que la mer, dont on n'y voit aucune trace, ne peut jamais les avoir surmontés, comme M. le comte de Buffon le pense. Mais ces plateaux et ces hautes chaînes ont toujours été îles et continents, bien moins étendus que ceux d'aujourd'hui, mais habitables aux animaux et végétaux terrestres. Reste à trouver

les causes qui ont fait baisser le niveau des mers au point de découvrir cette grande étendue de terre qui forme aujourd'hui les plaines des continents, qui ont mis à sec ces bancs de coquilles marines, et qui ont pu élever une partie en hautes montagnes, dont l'élévation est trop prodigieuse pour admettre qu'elles aient été formées telles sous les ondes d'une mer primitive. Je crois qu'il faut combiner les effets successifs des volcans et des autres forces souterraines, avec ceux d'un déluge ou de plusieurs de ces débordements de l'Océan, pour donner des raisons probables des changements arrivés indubitablement sur notre terre. Il faut réunir plusieurs hypothèses modernes, mais non pas s'attacher à une seule cause, comme ont fait presque tous les auteurs des différentes théories du globe. »

Il suppose donc que les hautes chaînes granitiques ont formé de tout temps des plateaux habitables; qu'ils ont par leurs débris donné naissance aux couches schisteuses, aux grès et aux sables primitifs; que la mer amenant dans ces mélanges les produits de la dissolution de tant d'animaux et de végétaux dont elle est peuplée, a donné lieu, en infiltrant ces principes dans les couches qui se formaient sur le granit, à des amas de pyrites, foyers des premiers volcans, qu'on vit enfin éclater en différentes parties du globe.

Ces volcans, pendant des siècles, ont soulevé les montagnes schisteuses et calcaires qui correspondent aux couches des plaines, ont formé les cavernes de ces montagnes, et refoulé les eaux de la mer en soulevant ses bas-fonds.

D'un autre côté, les terres produites sur les montagnes, tant de la décomposition du granit et des autres pierres, que par la destruction des animaux et des plantes, avec les débris des roches entraînées par les torrents, augmentaient les côtes et reculaient les bornes de la mer.

Mais cette diminution des mers, jointe à la consommation probable des eaux, n'aurait pu suffire pendant des milliers d'années, pour mettre à sec les chaînes marines horizontales. On s'en rendra facilement compte, si l'on suppose que des éruptions sous-marines, dont on voit encore des exemples dans nos mers, ont pu soulever des montagnes et des îles, en don-

eut lieu à de grandes inondations, qui auraient fait refluer les eaux dans des abîmes souterrains. Toutes les Alpes calcaires, qui excèdent cent toises d'élévation perpendiculaire, sont certainement élevées par l'action d'éruptions souterraines.

M. de Jussieu a judicieusement conclu, d'après les fougères et les autres plantes indiennes qui se trouvent empreintes sur les ardoises d'Europe, que l'inondation qui les coucha dans leurs lits, devait venir du Sud ou de l'Océan des Indes. La même direction est prouvée par les restes d'animaux terrestres qui ne vivent qu'entre les tropiques, entassés jusque dans les terres arctiques.

Mais quoi de plus commun que les volcans dont tous les pays de l'Inde, depuis l'Afrique jusqu'au Japon et aux terres australes, sont remplis et conservent les vestiges? Ceux qui subsistent encore dans ces parages, sont même les plus grands et les plus furieux de l'univers........ La première éruption de ces feux, qui y soulevèrent le fond d'une mer très-profonde, et qui, peut-être, d'un seul éclat ou par des secousses qui se succédèrent de près, fit naître les îles de la Sonde, les Moluques, et une partie des Philippines et des terres australes, devait chasser de toutes parts une masse d'eau qui passe l'imagination, laquelle heurtant contre la barrière que les chaines continues de l'Asie et de l'Europe lui opposent au Nord, et poussées par les nouvelles ondées qui survenaient, dut causer des bouleversements et des brèches énormes dans les terres basses de ces continents, entraîner les ... formés au devant d'eux et les couches supérieures des premières terres, et en surmontant les parties moins élevées à la chaîne qui forme le milieu du continent, charrier et déposer sur les pentes opposées ces dépouilles mêlées aux matières dont l'éruption avait déjà chargé les eaux de la mer, y ensevelir sans ordre les débris d'arbres et de grands animaux qui furent enveloppés dans la ruine, et former, par ces dépôts successifs, les montagnes tertiaires dont nous avons parlé, et les atterrissements de la Sibérie; former, enfin, en s'écoulant du côté du pôle...., les inégalités, les vallées, les traces des fleuves, les lacs et les grands golfes de la mer Septentrionale. « En considérant les grands golfes de la mer qui baigne l'Asie au

Midi, comme les traces faites en abordant par les flots de l'Océan, l'on en rendra une raison bien plus plausible que si l'on voulait, avec M. le comte de Buffon, attribuer quelques-unes de ces brèches aux effets imperceptibles d'un mouvement constant des mers de l'Orient en Occident...... »

« Ce serait donc là ce déluge, dont presque tous les anciens peuples de l'Asie, les Chaldéens, les Perses, les Indiens, les Thibétains et les Chinois, ont conservé la mémoire et fixent, à peu d'années près, l'époque au temps du déluge mosaïque. L'Europe et les basses terres de l'Asie ont depuis souffert de considérables changements par d'autres inondations, tantôt dues à de semblables éruptions sous-marines, tantôt à l'effusion des grandes mers méditerranées, comme peut-être de celle qui porte aujourd'hui ce nom, et du Pont-Euxin. »

Cet énorme diluvium, admis par Pallas, a été rejeté par Cuvier et Blumenbach, parce que les animaux qu'on y trouve ne sont pas ceux de l'Inde; mais ce fait seul ne renverserait pas entièrement sa thèse.

Ainsi, Pallas avait posé dans un petit mémoire toutes les bases et les grands principes de la géologie positive, et c'est de cette étude que sont parties l'école de Werner et les écoles modernes, qui n'ont guère fait que subdiviser ces terrains admis et démontrés par Pallas, qui était ainsi arrivé, par les circonstances et les études les plus favorables, dans ses nombreux voyages, à émettre les opinions démontrées aujourd'hui avec plus de certitude.

III. Paléontologie, ou *de l'emploi des médailles restées dans le sein de la terre, pour en constater l'état à telle ou telle époque.* Pallas, après avoir prononcé que les montagnes secondaires et tertiaires sont le livre des archives de la nature, antérieures à toute histoire, a le premier distingué les montagnes, qu'on a appelées depuis formations, suivant qu'elles contiennent ou non des corps organisés, et ensuite, suivant que ces corps sont ou marins ou terrestres; par là il a appuyé, sur la paléontologie, la géologie étiologique.

Il a fait la remarque importante qu'il ne fallait pas admettre que des animaux fossiles fussent perdus, parce qu'on ne les connaît plus à l'état vivant; il pense, par exemple, que les am-

monites et les bélemnites existent encore dans les profondeurs vaseuses de la mer.

Le premier encore, il a observé que les restes fossiles qui se trouvent en très-grand nombre dans les terrains diluviens, étaient plus rapprochés des produits de l'Inde que de ceux des pays où ils se trouvent. Aujourd'hui, on veut que cela soit dû à la variation de température, tandis que Pallas s'en sert pour démontrer sa grande irruption venant de l'Inde; et cette question a eu et a peut-être encore besoin d'examen.

Quant à l'espèce humaine, il admet qu'elle est originaire du plateau de l'Asie; ses idées là-dessus sont encore à étudier. Il prouve par des travaux successifs, les seuls qui aient été bien faits, la dégénérescence de tous nos animaux domestiques. Dès-lors, il lui a été possible, avec l'anatomie zoologique, d'étudier, par une comparaison exacte avec les animaux vivants, les ossements fossiles, et même les dents mamelonées du mastodonte, qu'il a comparé avec l'animal de l'Ohio. C'est en posant ces principes, que nous verrons si bien appliqués et développés plus tard, que Pallas a créé la paléontologie, et l'a dirigée vers les grandes questions de l'étiologie de notre globe. Il les a lui-même appliqués à la détermination d'un assez grand nombre d'ossements fossiles de mastodonte, d'éléphant, de rhinocéros, de buffle, de gazelle, de gazelle recticorne, etc., et il avait déjà remarqué que ces animaux se trouvent avec des coquilles marines, des os de poissons marins, des ammonites et des bélemnites.

Il n'y avait donc plus, après Pallas, qu'à augmenter le nombre des faits, à l'aide des principes qu'il a posés, et c'est en effet ce que nous verrons se faire en paléontologie, quoique avec moins de réserve et de sagesse.

Malgré le progrès considérable que Pallas faisait faire à la géologie positive, malgré la sagesse et la réserve de ses étiologies qui n'ont absolument rien de contraire au texte sacré, un grand nombre d'auteurs, qui avaient beaucoup moins observé que lui, se laissèrent encore aller aux théories hypothétiques; comme ils ont peu servi la science, nous n'en parlerons pas, et nous nous contenterons de dire un mot des plus connus, de ceux qui ont apporté quelques résultats à la science.

Dolomieu (1750-1801), remplaçant de Daubenton dans la chaire de minéralogie du Muséum de Paris, a publié plusieurs mémoires sur les volcans et un voyage aux îles Lipari, etc. Il avait particulièrement étudié les dunes et les atterrissements, dans le but d'y trouver une mesure des temps géologiques. Selon lui la terre fut créée en suspension dans l'eau, la création de la lumière y opéra une précipitation, d'où sont nés les granits et toutes les roches primitives. Le choc d'une cause extérieure, peut-être d'une comète, concassa l'écorce de la terre et forma les montagnes et les vallées primitives. Après l'existence des corps organisés, d'immenses marées ont balayé le fond des mers, produit les montagnes et les collines secondaires en y accumulant les débris des corps organisés; elles ont en même temps creusé les vallées et déposé les blocs primitifs, si nombreux et si volumineux, qu'on retrouve en beaucoup d'endroits au-dessus des terrains secondaires.

Saussure (né à Genève en 1740 et mort en 1798), est le premier qui ait sérieusement étudié les Alpes; il reconnaît, à la fin de ses voyages, qu'aucun système ne peut expliquer les phénomènes géologiques d'une manière satisfaisante. Cependant, cherchant à se représenter l'origine des montagnes, il pense que la mer a creusé la surface du globe, qu'elle a déposé les terrains primitifs, puis les couches secondaires horizontales et concentriques; qu'ensuite les feux intérieurs ou les fluides élastiques ont soulevé et rompu cette écorce du globe, creusé des gouffres pour les eaux.

Nous ne parlerons pas de Patrin, qui supposait la terre un être vivant et a voulu tout expliquer d'après cette hypothèse inadmissible; nous indiquerons seulement les travaux de Hütton, Playfair, Breislack, Fleurian de Bellevue, qui portent plus spécialement sur les volcans, sur la comparaison de leurs produits avec les roches primitives, d'où ils ont conclu que les unes et les autres étaient dues à l'action du feu.

Deluc (1770-1810) a plus vécu dans le vulgaire, et son influence s'exerce encore même sur certains théologiens; aussi fixera-t-il un peu plus notre attention (1). Il ne fait commen-

(1) Ses principaux ouvrages sont : 1° *Lettres à Blumenback sur l'hist. de la terre; Elém. de géologie.*

cer la chronologie de Moïse qu'à la création de l'homme. Pour lui les six jours de la création ne sont plus des jours de vingt-quatre heures, mais ils sont, comme pour Buffon, des temps ou périodes que l'on peut prolonger et étendre à volonté. Pour former le monde, le Créateur a employé les causes secondes comme il les emploie pour le conserver : c'est la thèse de Buffon mitigée.

Deluc suppose que toutes les couches de nos continents, sans en excepter celles de granit, ont d'abord fait partie d'une sorte de liquide aqueux, masse informe et confuse d'éléments divers, qui couvrait tout le globe primitif. Le Créateur, en communiquant à ce chaos une certaine quantité de lumière, y fit naître les précipitations chimiques qui en ont séparé successivements les éléments et les ont étendus par couches horizontales. Les substances qui servirent de base aux premières couches, en passant de l'état de pulvescules à l'état massif, formèrent de vastes cavités souterraines où elles s'enfoncèrent et se rompirent inégalement. Les affaissements s'étendirent à une grande partie de la surface du globe, et les dépressions qui en résultèrent furent remplies par les eaux et devinrent les premiers bassins des mers. C'est alors qu'apparurent les premiers continents, beaucoup plus étendus que les nôtres. Le soleil ne les éclairait pas encore, lorsqu'ils se peuplèrent de végétaux plus grands que les espèces actuelles, et de genres si différents que l'on voit bien qu'ils se développèrent sous le règne de la lumière, sans soleil. Leurs débris ont formé plus tard l'anthracite et la houille. Ces événements s'accomplirent pendant les trois premiers jours ou périodes indéterminées de la Genèse.

Les causes terrestres ayant ensuite éprouvé de grands changements par l'influence du soleil, produisirent dans le liquide plusieurs autres sortes de précipités, et donnèrent lieu à la formation des couches de pierre calcaire, grisâtre, à grain fin, où l'on trouve les premiers vestiges d'animaux marins. Dans cette même période les volcans se répandirent en laves, et les couches de pierre sableuse, la houille, la craie et le sel gemme furent déposés.

Le liquide et l'atmosphère subirent encore de nouveaux

changements, il en résulta des couches différentes et des animaux marins de diverses espèces dont elles contiennent les débris. A cette époque toute l'épaisseur des couches s'affaissa pour la seconde fois et donna lieu, en se brisant, à nos grandes chaînes de montagnes et à tous les désordres que l'observation y découvre. L'accomplissement de cette suite de phénomènes correspond aux périodes des 4e et 5e jours de la Genèse.

Dans la sixième période les précipités ne contenaient presque plus de substances propres à former des dépôts solides. Ce sont les couches meubles de la surface de nos continents qui offrent aussi des traces de grandes catastrophes. Elles contiennent des dépouilles d'animaux terrestres, et sont situées dans des climats où ces animaux ne pourraient plus vivre parce que la température s'est refroidie. La mer recouvrait encore nos contrées dans le temps où vécurent ces grands quadrupèdes, puisque leurs cadavres occupent des couches qui renferment aussi des restes d'animaux marins; il n'est donc pas permis de supposer, avec Buffon, que les animaux terrestres représentés par ces fossiles auraient émigré d'un autre climat dans le nôtre. Il arriva donc aux animaux terrestres ce qui était arrivé aux végétaux des houillères; ceux qui habitaient des îles dont le sol n'avait pas encore atteint une base solide furent enveloppés dans les catastrophes de leurs demeures; quelques-uns voulurent se sauver à la nage et périrent dans les flots, les courants les voiturèrent jusque dans nos contrées qui étaient alors occupées par la mer. Telle est l'origine des cadavres que nous retrouvons dans nos couches.

L'homme, créé le dernier, vivait en familles peu éparses; il a péri avec son habitation, quand, par un grand et dernier affaissement, les continents primitifs s'écroulèrent au sein des cavités souterraines. La mer se précipita sur ces terres et engloutit dans ses profondeurs les générations qui les habitaient. Cette catastrophe est le déluge universel, décrit par Moïse. Alors parurent tout-à-coup nos continents actuels formés sous la mer, et mis à jour par le déplacement des eaux. Dans les couches meubles de ces nouveaux continents étaient ensevelis pêle-mêle les restes des quadrupèdes qui avaient habité les

îles écroulées avant le déluge, et les débris des cétacés qui avaient peuplé les mers. La conservation de tous ces restes que l'on retrouve encore presque entiers dans les pays froids, et le peu d'épaisseur de la couche de terre végétale qui recouvre les continents, concourent à prouver que leur émersion ne date point de siècles très-éloignés de nous.

Le déluge opéra dans le sol et l'atmosphère des changements qui ont pu abréger la vie humaine, entraîner l'extinction de quelques espèces d'animaux ; mais depuis ces grands et derniers événements tout est demeuré dans le repos ; nulle couche nouvelle ne s'est formée, la température n'a pas varié sensiblement et les espèces végétales et animales ont cessé d'être exposées aux révolutions qui désolèrent le monde dans les premières périodes de son histoire.

Telle est en substance la théorie un peu confuse du géologue genevois, dont l'influence a longtemps propagé les préjugés dans le vulgaire. Au lieu de maintenir la science dans la voie de l'observation où Buffon et Pallas l'avaient placée, il la rejette, à la suite de Woodward et des autres géologues anglais, dans celles des hypothèses, où Cuvier la continuera, en habillant un peu les suppositions de Deluc, de Woodward et des autres. Deluc ne cherchait point, comme Buffon et surtout comme Pallas, à expliquer ce qui est arrivé par ce qui arrive ; car, selon lui, il n'arrive plus rien, mais il l'attribue, comme à sa suite le fera Cuvier, à des causes extraordinaires qui n'existent plus dans le présent et dont l'existence dans le passé est une supposition qu'aucun fait n'autorise.

Quoique Buffon eût si bien démontré que les coquilles ne sont pas des *médailles* du déluge comme on les appelait, beaucoup de naturalistes, après lui, soutinrent encore cette thèse. L'une des moindres difficultés qu'elle présentât, était d'expliquer comment la mer avait pu fournir, à la même époque, autant de coquilles qu'il s'en trouve dans tous les terrains. Un auteur croit l'avoir résolue par l'étrange supposition que les germes des animaux et des végétaux répandus sur la terre et dans l'air, avaient été dispersés par les courants diluviens sur tous les points de la surface du globe et enfoncés jusqu'à deux ou trois mille pieds de profondeur dans les entrailles de la

terre, où ils avaient ensuite pris naissance, s'étaient développés, et avaient, en mourant, laissé leurs dépouilles. On croyait la religion intéressée à ce débat. On ne voyait pas comment des animaux et des plantes terrestres qui n'auraient vécu qu'après le déluge, pouvaient se trouver enfouis dans les couches de nos continents, et en accordant que ces animaux et ces plantes eussent vécu et eussent été ensevelis avant le déluge, on craignait que cette opinion n'entraînât pour le monde une trop haute antiquité, et n'ébranlât les croyances chrétiennes, en démentant la chronologie de Moïse. De là une foule d'explications, telles que la précédente, toutes plus singulières les unes que les autres et qui n'expliquaient que l'absence du sens commun et l'ignorance de leurs auteurs. Les choses en étaient là quand parut la théorie de Deluc; elle sembla propre à tout concilier. Au moyen d'une interprétation nouvelle des jours de la Genèse, elle mettait des siècles à la disposition des causes secondes pour l'accomplissement des phénomènes géologiques. Elle expliquait la création et le déluge; elle annonçait même qu'il existe une sorte de correspondance entre l'ordre chronologique des différentes créations et celui que les fossiles affectent dans les couches de la terre. Ces caractères, revêtus de si excellentes intentions, ont fait sa fortune. Il reste à savoir si, comme œuvre scientifique et religieuse, elle méritait l'accueil que lui fit le monde.

Nous ne dirons rien de la difficulté qu'on éprouve à concevoir cette croûte mince et légère du globe, suspendue sur les fragiles cloisons de ces immenses cavernes souterraines dans lesquelles le monde antédiluvien se serait englouti, et dont l'idée, empruntée à Woodward, semble n'avoir été introduite dans la théorie que pour expliquer le déluge, et le mélange de fossiles d'origine et d'époque diverses dans les couches du sol. Nous ne parlerons point de ces précipitations chimiques qui auraient produit les roches granitiques comme les roches sédimenteuses, et qui différaient si essentiellement de ce qui se fait actuellement dans les eaux, puisque, d'après notre auteur, il ne s'y fait plus rien, et que tout est demeuré dans le repos depuis que ces précipitations ont cessé. Au lieu de discuter la valeur intrinsèque de ces causes hypothétiques,

dont le géologue de Genève a fait la base de sa théorie, on peut nier les effets qu'il leur attribue, en opposant les faits contraires fournis par l'observation positive.

Deluc prétend que les variations du liquide dans lequel les matières minérales se sont précipitées ont produit des pierres différentes ; et la vérité est que chaque époque de l'écorce terrestre renferme toutes les espèces de pierres : à toutes les époques on trouve des grès, des sables, des calcaires, des argiles, et des matières charbonneuses.

Il prétend que les substances minérales des roches ont été précipitées, tandis que les animaux et les plantes ont été ensevelis sous les ruines de la croûte terrestre, comme un homme sous les décombres de sa maison ; et les faits prouvent que tous les fossiles ont été apportés un à un par les mêmes causes qui ont apporté grain à grain tous les autres matériaux des couches ; ils prouvent de plus que ces couches, prises dans leur ensemble, sont le produit du mouvement alternatif, sur des points, et simultané sur les autres, des eaux de la mer et de celles des courants continentaux et des lacs...

En outre, il n'existe point, comme l'a prétendu Deluc, de concordance entre l'ordre de la création des êtres, et celui de leur apparition dans les couches du sol. A cet égard ses observations sont complétement erronées. Les végétaux qui, selon lui, devraient paraître les premiers, ne se sont montrés jusqu'ici qu'un peu après les coquilles, les poissons et d'autres animaux marins. Les animaux terrestres qui ne devraient se rencontrer que dans la sixième période de Deluc, c'est-à-dire, au sein de nos couches meubles et superficielles, existaient longtemps auparavant, puisqu'on en trouve dans les terrains jurassiques et dans les tertiaires inférieurs et moyens.

Nous insistons sur ces faits, ils sont importants et tendent à confirmer le sens littéral du texte sacré. Sur tous les points où les géologues ont porté leurs recherches, les couches sédimenteuses les plus profondes ont présenté des animaux marins seuls ou associés à des plantes ; mais les plantes ne se montrent point seules avant les animaux ; c'est là un fait général ou du moins sans exception jusqu'à ce moment. Or, si les deux jours écoulés entre la création du règne végétal et celle des premiers

animaux, eussent été, comme Deluc le veut, des périodes de plusieurs milliers d'années, les premiers dépôts formés par les eaux n'offriraient encore que des débris de végétaux ; les mollusques, les articulés, les poissons, etc., ne se verraient que dans des couches beaucoup plus élevées : car du moment que les fleuves et les mers ont existé, les courants ont commencé à entrainer et à déposer les matériaux mobiles qui se trouvaient sur leur passage ; et puisque l'observation des fossiles établit que dès le commencement ils traversèrent de vastes forêts, que de nombreux végétaux se développèrent sur les bords de leurs bassins, il en faut nécessairement conclure que de grands dépôts d'anthracite et de houille auraient dû s'accumuler pendant le cours de ces deux périodes avant l'arrivée dans les couches du sol d'aucun animal fossile soit terrestre, soit aquatique. Ainsi ces longues périodes de durée inconnue ne s'accordent pas mieux avec les faits géologiques qu'avec le texte sacré.

Si le troisième jour qui fut celui de la création des plantes, avait été l'un de ces immenses intervalles de temps que supposaient pour Deluc les révolutions du globe, il faudrait admettre, avec lui, que les végétaux produits par la seule lumière et le calorique, appartenaient à des espèces très-différentes des nôtres, puisqu'elles se développèrent sans l'intervention du soleil, et qu'elles vécurent longtemps avant l'apparition de cet astre, et c'est ce que l'observation ne permet pas de soutenir. Les espèces végétales de la houille et de l'anthracite étaient ordonnées comme les nôtres par rapport à la lumière du soleil ; elles se sont développées sous son influence ; les animaux fossiles qui les accompagnent dans les plus anciennes couches avaient des yeux ; les yeux des trilobites, genres de crustacés propres aux terrains primaires, sont par leur organisation tout-à-fait analogues à ceux des crustacés actuellement existants ; les yeux des ichthyosaures renferment un appareil tellement semblable à celui qu'on trouve dans les yeux de plusieurs animaux qu'il nous est impossible de douter que ces yeux fossiles ne fussent des appareils optiques calculés pour recevoir de la même manière la lumière qui transmet encore la vision des objets aux animaux de notre époque. Cette conclusion est confirmée par ce fait général que toutes les têtes fossiles de poissons ou de

reptiles, quelle que soit la formation géologique où elles se rencontrent, offrent des cavités orbitaires pour que des yeux aient pu y être logés avec des trous pour le passage des nerfs optiques, bien qu'il soit rare de retrouver dans ces cavités quelque reste de l'œil lui-même. Le soleil et la lumière ont donc existé à toutes les époques géologiques.

Les plus grands végétaux fossiles ne sont pas plus gigantesques que nos arbres des forêts du Nord; nous avons des plantes aquatiques, comme le *fucus gigantinus*, dont les tiges ont plus de 300 pieds de longueur. Est-ce aussi le calorique qui a donné des proportions gigantesques aux reptiles des terrains secondaires, et à nos grands mammifères des terrains tertiaires? Les différences spécifiques qui existent entre nos plantes et celles des anciens terrains ne sont ni plus ni moins grandes que celles qui distinguent nos végétaux et nos animaux d'Europe de ceux d'Amérique ou de la Nouvelle-Hollande; leur existence et leur extinction ne supposent aucune révolution, aucun changement, aucune différence appréciable dans les conditions générales de la vie à la surface du globe.

Ainsi cette interprétation nouvelle du mot *jour* de la Genèse, imaginée par Deluc pour concilier la Bible avec l'observation, telle qu'elle se présentait alors, aurait pour résultat de les mettre en opposition l'une avec l'autre; et c'est l'observation elle-même, l'observation plus sérieuse et plus étendue, qui nous ramène au sens littéral dont on n'aurait jamais dû s'écarter parce qu'il est le seul vrai, le seul raisonnable, le seul conforme à l'esprit général de la Genèse, et en particulier de l'histoire de la création.

Ce n'est pas le seul reproche que la critique sacrée ait à faire à la théorie de Deluc. Dans cette théorie, en effet, les périodes indéterminées se terminent par des révolutions qui détruisent les créations existantes; or, il n'est pas croyable que l'historien qui raconte les créations de chaque jour, ou période, eût gardé un silence absolu sur les révolutions qui auraient détruit le soir l'œuvre du matin. En un mot, la théorie de Deluc est, sur tous les points, opposée à l'unité harmonique de l'histoire de la création, telle que nous l'enseigne la Genèse. Comment se fait-il donc qu'une pareille théorie ait été et soit encore non-

seulement adoptée, mais défendue avec une sorte de colère par tant d'esprits qui se proposent de défendre la révélation? c'est ce que nous tâcherons d'expliquer plus loin.

Pendant que Deluc faisait rétrograder la science par ses théories hypothétiques, Werner (né en 1750 et mort en 1817), marchant sur les traces de Pallas et sur celles de Buffon dans ce que celui-ci a de positif, créait définitivement la Géognosie. Poussant l'observation des roches qui composent l'écorce du globe jusque dans les détails, il a pu établir une distribution de ces roches, qui repose sur leur ancienneté relative, déterminée par leur gisement. C'est surtout dans ses cours à Freyberg, que Werner a émis la doctrine que ses élèves ont ensuite publiée. Il divise donc les terrains d'après leur ancienneté relative en cinq grandes classes qu'il nomme terrains primitifs, terrains de transition, terrains secondaires, terrains d'alluvion et terrains volcaniques.

I. Les terrains primitifs principaux, qui portent tous les autres et ne renferment point de débris organiques, sont le granite, le gneiss, le micaschiste, le schiste, le calcaire, le trapp, la serpentine, le porphyre, la syénite, etc. Chacun de ces terrains présente une ou plusieurs formations.

II. Les terrains de transition, formés des débris des terrains primitifs et renfermant des corps organisés, reposent sur les primitifs; ce sont le calcaire de transition, le trapp de transition et le terrain de granwacke.

III. Les terrains secondaires font suite aux terrains de transition; ils renferment, d'après Werner, différentes formations de grès et de poudingues, de calcaire, de gypse, de sel gemme, de terrain houiller et de lignite, et les formations basaltiques qu'il nomme trapp secondaire.

IV. Les terrains d'alluvion sont les plus récents; Werner y désigne d'abord son *seyffengerberg* ou terrain à exploitation par lavage; il consiste en fragments roulés, gros ou petits, des roches du voisinage, et renferme souvent des minerais métalliques; puis les alluvions sableuses, argileuses, marécageuses, et les tufs calcaires.

V. Les terrains volcaniques se divisent, suivant Werner, en *pseudo-volcaniques* ou produits par des combustions intérieures

paisibles et situées près de la surface du sol, et *volcaniques proprement dits* ou produits par des éruptions des volcans. Les premiers comprennent le jaspe porcellanite, l'argile brûlée, les scories terreuses, et le schiste à polir. La seconde classe renferme les laves, les amas sans consistance qui se forment au sommet des volcans, des tufs volcaniques et les substances formées dans l'intérieur des cratères.

La découverte et la reconnaissance des gîtes métallifères était surtout le grand but de Werner; aussi est-ce pour se guider vers là qu'il a introduit sa classification? Tout artificielle qu'elle est, parce qu'elle est prise sur un petit coin de l'Allemagne, elle n'en a pas moins ouvert la marche au progrès qui se continue. Cette première classification des terrains changeait la face de la géologie, et anéantissait pour toujours les théories de l'imagination. Le fil conducteur, donné par Werner, devait désormais diriger tous les géognostes à la confirmation ou à la rectification de ses travaux. Les limites de ses classes de terrains ont dû subir des variations, que des observations plus étendues ont nécessitées, mais elles n'auraient pas eu lieu si la classification de Werner n'avait existé. Pour les mêmes causes, la superposition indiquée par lui a dû aussi subir quelques rectifications. Il s'était peu occupé des fossiles, ils n'allaient pas à son but, leur étude plus détaillée viendra plus tard montrer une nouvelle face de la question en établissant la distinction entre les terrains marins et les terrains d'eau douce.

En *géogénie*, Werner a été moins heureux; c'est surtout à son école qu'on a donné le nom de *neptuniens*. Il admet, en effet : 1° que les terrains qui constituent la surface du globe sont le produit d'une précipitation aqueuse; 2° que les terrains les plus anciens forment les montagnes les plus élevées, ainsi que Pallas l'avait prouvé. Il conclut de là, et de la manière d'être des différents terrains, que l'eau a couvert toute la surface du globe, et que les plus hautes montagnes sont le produit d'un dépôt chimique et tranquille; que les eaux baissant peu à peu, de nouveaux dépôts chimiques se sont précipités sur les premiers, mais que la nature des principes tenus en dissolution variait continuellement, puisque les différentes terres sont plus ou moins abondantes dans les dépôts formés à diffé-

rentes époques; qu'à mesure que les eaux baissaient, la tranquillité était moins grande; que la cristallisation est devenue alors de plus en plus confuse, et que, lorsque quelques parties de terre ont été sorties des eaux, des agitations violentes ont mêlé des dépôts purement mécaniques aux dépôts chimiques qui se produisaient sans cesse. A la même époque, les premiers êtres organisés ont existé, et leurs débris se trouvent mêlés dans les terrains de transition, formés pendant cette période. Le niveau des eaux diminuait toujours, les précipitations devenaient toujours plus confuses, les corps organisés toujours plus abondants; les terrains secondaires se sont successivement déposés. Il paraît qu'à deux époques, l'abaissement successif des eaux a été interrompu, et que leur niveau est remonté, au contraire, à une assez grande hauteur. Elles ont alors, de nouveau, donné naissance à des dépôts cristallins, à des précipitations chimiques qui ont recouvert tous les terrains précédemment déposés. La première époque est antérieure à l'existence des êtres organisés; elle a produit les porphyres, les serpentines de seconde formation, etc. La seconde époque, postérieure à la période des dépôts des terrains secondaires, a produit, selon Werner, les terrains basaltiques. Des révolutions de plus d'une espèce ont, depuis lors, abaissé ou soulevé les couches des terrains interrompus, ou morcelé les différentes formations, donné naissance aux terrains volcaniques et aux terrains d'alluvion, etc. Les agents atmosphériques détruisent sans cesse les parties solides de la surface du globe, leurs débris sont continuellement portés au fond des mers; ainsi, quoique le niveau actuel de la mer ne paraisse pas baisser, la quantité des eaux diminue toujours.

Le système géogénique de Werner est, comme on le voit, fondé sur deux erreurs que l'observation a redressées plus tard : 1° il avait peu étudié les fossiles, et la distinction entre les fossiles marins, d'eau douce et terrestres n'était pas encore introduite dans la science, elle sera due en partie à Lamarck; 2° par suite, les alternances des couches d'eau douce et marines n'étaient pas encore connues. Si ces deux grands faits avaient été pesés par Werner, il n'aurait pu évidemment soutenir sa théorie de la précipitation chimique des terrains.

Il y a d'ailleurs bien d'autres objections à lui opposer. Cela ne doit pas empêcher de reconnaître le pas immense que la géologie a fait entre ses mains; il avait envisagé les faits sous tous leurs points de vue, et l'on assure même qu'il montrait l'influence du sol minéralogique sur les habitudes des peuples, sur leur histoire, et jusque sur leurs qualités morales.

Pendant que, dans le silence du fond de l'Allemagne, Werner faisait ainsi marcher la science, Jean-Claude de Lamétherie, résumait dans sa théorie de la terre (1), tous les travaux des systèmes antérieurs depuis les temps les plus reculés jusqu'à lui; on trouve, en effet, dans son cinquième volume l'analyse et la réfutation de soixante et quelques systèmes, et il est loin d'avoir tout repris.

Du reste, sage dans ses opinions à lui-même, s'il embrasse les idées neptuniennes des précipitations chimiques, comme Werner, il n'est pourtant pas aussi exclusif que ses prédécesseurs; et marchant dans la voie positive, il procède des causes et effets actuels aux causes et aux effets anciens; il invoque toutes les causes naturelles encore agissantes, et il appelle le témoignage de l'histoire pour éclairer la géologie; ce sont là des principes dignes d'être remarqués.

Quoique la théorie de la terre de Lamétherie soit plutôt, comme l'indique son titre, de la géogénie que de la géognosie; cependant il n'a pas négligé celle-ci. Il divise les terrains en primitifs, secondaires, tertiaires, puis il distingue les attérissements et les alluvions, et les produits volcaniques.

En géogénie nous le suivrons un peu plus en détails à cause des nombreux faits qu'il apporte à la solution des questions qui devront nous occuper plus tard. Nous recueillerons ses principes généraux sur la fusibilité, la cristallisation, la solubilité des minéraux; et nous le suivrons dans l'analyse des causes et de leurs effets.

I. *Principes généraux. Fusibilité.* Il a prouvé par un grand nombre de faits qu'il n'y a point de minéraux infusibles; le cristal de roche (la silice) qui passe pour le plus réfractaire a

(1) *Théorie de la terre*, par J.-C. de Lamétherie. 5 vol. in 8°, 2e édition, Paris, 1797.

été fondu par le moyen de l'air pur. Le porphyre, toutes les roches primitives se fondent à divers degrés de chaleur, et leurs divers éléments se confondent en un verre homogène, diversement coloré suivant les substances.

Il suit de ces faits que si les roches primitives avaient été gazéifiées ou liquéfiées par le feu, elles seraient toutes d'un verre homogène et compacte; car la chaleur qui eût été nécessaire pour les gazéifier n'en eût épargné aucune. Or, leur texture, qui est loin d'être homogène, et qui offre une espèce de mélange pâteux de diverses substances, n'a pu évidemment être produite par une liquéfaction.

De Lamétherie a montré par le résumé des faits que tous les minéraux cristallisent, ou régulièrement ou d'une manière confuse, soit par la chaleur, soit par l'eau; que les eaux chaudes tiennent en dissolution une plus grande quantité de substances que celles qui sont froides; que de l'eau saturée d'une substance saline pourra encore dissoudre des portions d'un autre sel.

Appliquant la chimie à la géologie, il a constaté que les dissolvants assez bien connus des substances qui se trouvent dans les terrains secondaires et tertiaires, sont : 1° l'acide carbonique ; 2° l'acide sulfurique ; 3° l'acide phosphorique; 4° l'acide marin ; 5° l'acide fluorique; 6° l'acide boracique; 7° les acides métalliques ; 8° l'acide nitrique.

Il affirme que ces acides ont existé dans les eaux primitives, et qu'il s'en produit tous les jours une nouvelle quantité.

Et en effet, dit-il, le soufre se forme journellement dans les bitumes, les pyrites et chez les êtres organisés aussi bien que le phosphore; ils donneront les acides sulfurique, sulfureux et phosphorique.

Il en est de même plus ou moins des autres acides; mais l'acide carbonique est le plus abondant de tous; il est dans tous les calcaires, dans les terrains primitifs, secondaires comme tertiaires; mais cependant plus abondant dans les deux derniers groupes. Il était donc dans les eaux primitives et dans l'atmosphère; mais il s'en est produit et s'en produit abondamment tous les jours par les animaux et les végétaux, soit pendant leur vie, soit lors de leur décomposition. Il est

absorbé et dissous dans l'eau et transporté dans les mers, les lacs, etc.

« Or, nous devons calculer la masse d'acide carbonique qui a été produite par cette cause, d'après l'énorme quantité d'êtres organisés qui ont existé. Jugeons-en seulement par leurs débris qui se rencontrent dans le sein de la terre, les coquilles, les os fossiles, les bois fossiles, les tourbes, les bitumes, etc... Ajoutons encore les chairs de ces animaux, les feuilles et les petits rameaux de ces plantes... qui, dans leur décomposition, ont fourni beaucoup d'acide carbonique... Nous estimerons facilement toute la quantité que ces causes en ont fournie, soit pendant la vie de ces êtres, soit après leur mort.

» Les êtres organisés ont fourni la plupart des calcaires secondaires et tertiaires, ils ont aussi fourni de la magnésie, qui se trouve dans la plupart des animaux marins, de l'argile, débris de végétaux et parfois d'animaux, de quartz, qui se trouve dans les végétaux et dans un grand nombre de polypiers.

On ne trouve presque jamais de coquilles dans les gypses, ce qui pourrait faire supposer que l'acide a été assez abondant pour les dissoudre, tandis que l'acide sulfurique n'aura pas attaqué les os qui sont des phosphates calcaires. »

Voilà l'origine des calcaires; voici, suivant de Lamétherie, celle des quartz. « Le quartz, dit-il, ne sera donc que la terre quartzeuse combinée avec l'acide carbonique, et à laquelle se seront jointes quelques portions de terre calcaire, d'oxyde de fer, et peut-être de terre argileuse. »

En effet, le quartz est attaqué et dissous par un excès d'acide carbonique; du fer qu'on fait rouiller sur du quartz le corrode et le dissout; — les eaux de Valz, qui sont surchargées d'acide carbonique, sortent d'un rocher quartzeux. Toute la partie supérieure de la grotte, qui est exposée aux vapeurs de cet acide qui se dégage, est corrodée, dissoute, et prend l'aspect d'une terre molle et ferrugineuse : c'est un fait qui m'a été confirmé par Faujas. »

« Tous ces faits ne laissent point de doute que la terre quartzeuse ne soit soluble dans l'acide carbonique, et que le quartz ne soit le produit de cette cristallisation; cette terre quartzeuse est en partie soluble dans l'eau; les eaux chaudes

d'Islande, les eaux de Ruikum, tiennent de la terre quartzeuse en dissolution; elles donnent à l'analyse, de l'acide sulfureux, du natron caustique, de l'alumine, de la terre quartzeuse, du sel marin, du sel de Glauber. — La terre quartzeuse peut être tenue en dissolution par des eaux froides; c'est ce que prouvent un grand nombre de faits. Le quartz peut venir des êtres organisés, des roches primitives, le natron de la décomposition du sel marin et des eaux marines, qui s'infiltrent au foyer du volcan; le gaz sulfureux peut venir des pyrites et des êtres organisés, etc. — La terre argileuse peut être tellement suspendue dans l'eau qu'elle ne se précipite pas. — Plus la cristallisation est rapide, plus elle est confuse, ce n'est que par une cristallisation lente et tranquille qu'on obtient des cristaux réguliers. —Cette dernière observation, appliquée aux terrains primitifs, prouverait que, s'ils ont été dissous, leur fluide, leur cristallisation a dû être d'autant plus rapide qu'elle est plus confuse.

Ce résumé succinct nous montre avec quel soin de Lamétherie avait cherché dans les causes connues l'explication des phénomènes, et toujours avec une bonne foi dégagée de tout préjugé. Les données que nous venons de recueillir sont d'ailleurs importantes pour expliquer les formations de sédiment et la fossilisation.

Embrassant la cause aqueuse comme principe formateur du globe, voici comment il explique sa théorie.

I. Les terrains et montagnes primitives, dissous dans des eaux d'une haute température, se sont précipités et ont formé le noyau solide du globe, dans lequel il y a cependant quelques cavités partielles, mais non une cavité générale, ni un feu central, comme l'ont prétendu certains auteurs. L'influence locale de la lumière sur les cristallisations, le refroidissement divers des eaux suivant les localités auront produit avec d'autres causes la différence des cristallisations et des terrains. Ainsi ont été produites les montagnes et les vallées primitives, qui n'ont point la direction régulière qu'on leur a attribuée; les portions de matières plus solubles restées dans les eaux mères, donnèrent lieu à la précipitation des granits veinés, des gneiss, des schistes micacés, des petro-silex, des trapps, des cornéennes,

des smectites, et de toutes les pierres qui forment les terrains secondaires primitifs.

Les eaux s'élevaient alors encore au-dessus des plus hautes montagnes. Quand elles baissèrent elles dégradèrent les montagnes primitives, emportèrent çà et là leurs débris et ces gros blocs que l'on rencontre sur leurs croupes; les causes météoriques contribuèrent aussi à cette dégradation.

II. *Terrains secondaires et tertiaires.*

Alors parurent les êtres organisés végétaux et animaux; leurs débris accumulés, leurs produits divers, dissous par les eaux, cristallisèrent ensuite d'une manière confuse pour former de nouveaux terrains qu'on appelle secondaires et tertiaires, dans lesquels on distingue particulièrement : les terrains calcaires secondaires, calcaires tertiaires, les gypses, les phosphates calcaires, les couches argileuses, les couches bitumineuses, les couches sulfureuses, les terrains métalliques par transport, les couches salines. — Il range la craie dans les terrains tertiaires, et attribue ses silex à des animaux pénétrés du suc siliceux ; ce qui paraît assez généralement adopté quant au fond.

Les montagnes et les vallées secondaires se sont formées par cristallisation ; elles se sont faites sur les terrains primitifs qu'elles recouvrent, elles ont dû en suivre les irrégularités, les élévations, les abaissements ; par conséquent, elles auront formé ici des montagnes, ailleurs des vallées, dans d'autres endroits des plaines : enfin, elles se seront modelées entièrement sur les terrains primitifs ; « c'est ce qui nous expliquera, dit-il, un phénomène qu'on observe constamment dans toutes les grandes montagnes. Chacune de ces chaînes a un point granitique principal, ainsi que nous l'avons vu. »

« Or, l'on aperçoit constamment dans tous les gneiss, ou granits feuilletés, dans les schistes micacés, et toutes les couches calcaires qui environnent plus ou moins près ce point central, que ces couches, s'appuyant sur cette masse, se relèvent toujours vers ce point principal, de manière que quelquefois elles deviennent verticales ou à peu près verticales. »

Il répond aux objections que l'on peut faire à sa théorie de

la formation des terrains par précipités cristallins ; puis il se propose ce problème : « Comment des terrains primitifs qui sont à découvert, quoique moins élevés que les secondaires, n'en ont-ils pas été recouverts comme ceux qui le sont? car ces terrains secondaires ont été formés postérieurement à ces primitifs. » Il le résout par les circonstances locales ; et à cette occasion il développe la thèse très-juste de la limite des diverses couches à diverses localités.

Ainsi les pierres calcaires secondaires forment des masses immenses à peu près isolées, et séparées de toute autre substance.

Ailleurs sont les couches bitumineuses et les argileuses qui les recouvrent.

Dans un autre endroit sont les argilites ferrugineuses, les ardoises, les argilites magnésiennes, les calcaires.

Plus loin sont des couches de phosphate calcaire. Ici sont des couches de gypse.

La même chose a lieu pour les pierres calcaires tertiaires; elles forment des couches immenses. Néanmoins leur nature change sans cesse ; c'est ce qu'on observe facilement dans les environs de Paris, où elles forment des bancs considérables, et où ces bancs ou carrières sont ouvertes à des distances très-rapprochées. On voit que la matière de la pierre varie sans cesse, et que les mêmes bancs ne se soutiennent que pendant des espaces assez courts. Les architectes savent très-bien en faire la différence par la solidité de la pierre. Tous ces faits prouvent que chaque dépôt ne s'est point étendu sur tout le fond des mers, mais seulement dans des localités limitées, suivant les circonstances plus ou moins favorables.

Ce fait général de la localisation des terrains, si bien remarqué par de Lamétherie, réfute la généralisation artificielle de la superposition des terrains, de laquelle on a tiré tant de conséquences singulières.

Il ne sera pas moins intéressant de suivre de Lamétherie dans l'analyse des causes actuellement agissantes.

1° *Les mers*. Il est certain que la mer forme des bancs de sable, qui ferment aux vaisseaux des passages qui leur étaient ouverts. — Il y a un grand nombre de ces bancs de sable sur

les côtes de la Hollande, et au nord-est de l'Angleterre. Les principaux sont le Zuiderzée, le banc de Werthem, celui de White, celui de Whitewalter, celui des Chiens... Le Bonceur ou le Kintmen est un des plus étendus qu'on connaisse. Il commence sur les côtes du Holstein, et se prolonge jusque sur les îles des Hybrides. — On retrouve de pareils bancs dans la plupart des mers... et il en cite un grand nombre.

Il n'est donc pas douteux que les eaux de la mer n'agissent sur son fond et sur ses côtes...

Sur les côtes de Messine, les eaux de la mer forment une pierre très-dure, qu'on emploie pour faire des meules de moulin, et, qu'en conséquence, on appelle *pierre meulière*.

Le même phénomène se présente sur les côtes de La Rochelle, ainsi que l'a décrit La Faille, dans un mémoire sur les phollades (1). — Il se forme également des pierres calcaires dans les lagunes de Venise, au rapport de Fortis.

Les phénomènes géologiques semblent prouver que les eaux ont couvert la presque-totalité du globe. Or, il faut en conclure que les eaux ont diminué d'une quantité prodigieuse. La tradition des peuples confirme cette diminution sur une large échelle; le témoignage des auteurs nombreux, cités par de Lamétherie, ne laisse aucun doute à cet égard.

« Nous avons deux mers principales dont la retraite des eaux ou la diminution est assez bien établie par les témoignages historiques : ce sont la mer Caspienne et la Méditerranée. Puis il cite un grand nombre de faits à l'appui de cette opinion, et il conclut :

» Il ne saurait y avoir aucun doute que les eaux n'aient couvert les plus hautes montagnes secondaires, dont les substances ont été certainement déposées dans le sein des eaux. Aujourd'hui quelques-unes de ces montagnes sont à plus de 300 toises au-dessus du niveau actuel des mers. Les savants ne sont point encore fixés sur la cause qui a fait disparaître une masse d'eau aussi énorme ou qui l'a déplacée.

Il parle de la théorie déjà émise par Cuvier sur les révolutions du globe par les irruptions itératives de la mer; et il dit que

(1) T. III de l'*Académie de La Rochelle*.

« la physique ne reconnaît jusqu'ici aucune cause, qui eût pu produire ces retraites et ces retours périodiques des eaux sur nos continents (1). »

Mais il dit fort bien qu'il y a eu un grand nombre d'inondations partielles et locales, auxquelles on a improprement donné le nom de déluges. Ces déluges particuliers ont été produits les uns par des pluies, les autres par des débordements de lacs, et ceux-ci ont été les plus fréquents dans les temps anciens; les autres par des vents violents, d'autres par les mouvements et les dislocations du sol, par l'affaissement des montagnes, etc. Toutes ces causes ont agi diversement pour produire tous les cataclysmes partiels arrivés, dans différents temps, sur divers points du globe, et dont les traditions des peuples nous ont conservé la mémoire des uns, tandis que les faits géologiques nous indiquent la trace d'un bien plus grand nombre.

Il prouve, en effet, par un grand nombre de faits historiques et géologiques, qu'un grand nombre de lacs se sont écoulés subitement et ont inondé des pays immenses; que les mers elles-mêmes ont fait de semblables irruptions à différents temps, dans certaines localités. De pareilles irruptions, ajoute-t-il, ont dû avoir lieu dans des temps antérieurs, lorsque le niveau des mers était encore très-élevé; elles auront donc pu amonceler des galets à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau des mers actuelles.

Passant aux atterrissements, aux galets, il en voit très-bien l'origine dans les détritus du sol par les eaux. Les atterrissements, dit-il, sont les dépôts de matières non dissoutes que font les eaux, soit celles des mers, soit celles des lacs, soit celles des fleuves.

C'est par ces atterrissements que sont formés les îles et les deltas à l'embouchure des grands fleuves, comme on l'observe particulièrement à l'embouchure de l'Amazone, de l'Orénoque, du Gange, de l'Indus, du Nil, du Danube, du Rhône, du Rhin, et de toutes les grandes rivières.

Une partie de la Hollande a été formée par des atterrissements, et son sol présente en couches successives du sable, de

(1) T. V, p. 267, 268.

la tourbe, de l'argile, du sable coquillier, de l'argile et du sable.

Une partie de la plaine de Lombardie est également due aux atterrissements, et tout porte à croire que le golfe de Venise s'étendait autrefois jusqu'à Modène et au-delà.

Le Delta, ou la Basse-Égypte, a été reconnu de tous temps pour un produit des atterrissements du Nil; c'était un fait admis par les prêtres d'Égypte, qui nous a été transmis par Hérodote (1).

Damiette était un port où Louis IX aborda au douzième siècle; et aujourd'hui il est fort éloigné de la mer.

Une portion des plaines où coulent les fleuves de l'Amazone et de l'Orénoque sont également le produit de l'atterrissement de ces fleuves... Les nombreuses îles qu'on trouve dans ces fleuves et surtout à leur embouchure, ne sont formées que de ces attérissements.

La vallée où coule la Seine a été également comblée en plusieurs endroits par ces atterrissements.

Ce fait est général.

La formation journalière de ces atterrissements explique comment les plaines s'augmentent par l'abaissement des montagnes, dont la pente, une fois arrivée à 40°, se soutient plus longtemps.

Enfin, de Lamétherie a aussi analysé les faits des sources thermales et calcarifères ou silicifères. Ainsi la cause aqueuse a produit le sol et les montagnes primitives, les terrains secondaires et tertiaires, par voie de précipitation chimique; mais elle a aussi produit des atterrissements, composés de couches alternantes, et tout cela s'est opéré d'une manière continue diversement suivant les localités et les circonstances, en sorte que l'on ne peut admettre de révolutions du globe, ni d'irruptions itératives et générales des mers, mais seulement des irruptions partielles, des tarissements et des débacles de grands lacs et l'action des fleuves. — A part l'exagération des précipitations chimiques que de Lamétherie a évidemment trop étendues, parce qu'il ne connaissait pas assez les alter-

(1) *Hist.*, l. II, c. 10.

nances des couches marines et d'eau douce, il est dans la bonne voie du progrès réel, quant à la cause aqueuse; nous avons à le suivre sur l'origine des bois et des charbons fossiles, comme il les nomme.

« Les rivières et surtout les grands fleuves, dit-il, déracinent les arbres qui sont sur leurs rivages, principalement lorsque les eaux sont enflées, et les charrient à des distances plus ou moins considérables. Quelquefois ils les déposent sur leurs propres rivages, ou dans les îles qu'ils forment par leurs atterrissements; c'est pourquoi on trouve des bois fossiles dans toutes les vallées où coulent de grands fleuves.

» Mais le plus souvent ces bois sont transportés jusque dans les lacs et dans les mers. Tous les grands fleuves qui traversent les contrées peu cultivées par la main de l'homme, et couvertes de bois, charrient des quantités immenses d'arbres qu'ils ont déracinés dans le temps de leurs crues; tels sont l'Amazone, l'Orénoque, le Mississipi..... Mais c'est particulièrement dans les mers du Nord que l'on voit ces bois flotter sur les eaux. Les voyageurs, étonnés de la quantité immense de ces bois, ne se lassent pas d'en parler.... » Il cite ce qu'en rapportent les voyageurs Eddége, Ellis, Crantz, Phipps, etc.

« Ces arbres, continue-t-il, arrivés à la mer, obéissent aux différents courants, et sont jetés tantôt sur une côte, tantôt sur une autre. Ce sont les vents du Nord et ceux du Nord-Ouest, dominant sur ces mers, qui les charrient de cette manière.

» Les uns ont prétendu que ces bois venaient du Canada. D'autres les font arriver d'Islande, d'Écosse, du Groënland, de Sibérie, du Spitzberg.... Mais pourquoi n'en viendrait-il pas de tous ces lieux en même temps? Les mêmes causes doivent agir dans tous ces pays.

» On ne saurait faire trop d'attention à ces faits. Ils nous indiquent, non-seulement l'origine de cette quantité immense de bois fossiles, mais encore celle des charbons et des bitumes; car on sent qu'avant l'origine des grandes sociétés d'hommes, la terre était couverte de forêts; que les fleuves, encombrés dans leurs cours, entraînaient ces bois, et les amoncelaient çà et là.

» Tous ces bois, ainsi amoncelés, sont ensuite recouverts par

les sables, les galets et les atterrissements que charrient les fleuves et les mers. »

Les bois fossiles peuvent encore devoir leur origine à des affaissements de forêts.... Enfin, des inondations particulières auront pu enfouir plusieurs arbres. La mer, soulevée par une cause quelconque (comme on l'a vu en Hollande), se porte avec violence sur des terrains couverts de forêts; aidée de l'action des vents, elle les brise et les renverse.

Une autre source des charbons et des bois fossiles sont les tourbières. Celles-ci « se trouvent le plus souvent dans des endroits bas et marécageux ; néanmoins, il y en a aussi dans des lieux très-élevés. On dit que le Blogsberg, une haute montagne de Basse-Saxe, et le Brohen, la plus haute sommité du Hartz, sont couvertes de tourbe. Cette tourbe paraît ensuite s'être étendue sur toutes les collines voisines par un mécanisme très-simple.

» Le terrain des tourbières est toujours très-spongieux. Il retient les eaux des pluies; lorsque ces eaux sont trop abondantes, la masse entière de la tourbe est soulevée; si elle est située dans un lieu incliné, elle coule, comme font les glaces dans les hautes montagnes. Elle s'étend de cette manière sur des terrains considérables. On ne peut arrêter ses progrès qu'en pratiquant des fossés d'écoulement pour les eaux. La tourbe cessant d'être soulevée ne peut plus couler.

» Dans les lieux bas la tourbe est également soulevée, au point de former quelquefois des îles flottantes. C'est ce qu'on voit en plusieurs endroits de la Hollande, comme en Frise, à Brême, à Groningue, à Édimbourg, au Haut-Pont, près Saint-Omer, etc., etc.

» Lorsque ces tourbières sont à peu de distance de la mer, elles y sont quelquefois entraînées, et forment des îles flottantes. Les plantes aquatiques, qui contribuent le plus à la formation de la tourbe, sont les prêles, les scirpes, les typha, les conferves. Ces plantes végètent avec beaucoup de force, et augmentent chaque année la tourbe d'une quantité considérable.

» Les fosses ouvertes pour enlever la tourbe se comblent

assez promptement, parce que les eaux font couler les terrains voisins, qui les remplissent peu à peu.

» La Hollande contient des quantités immenses de tourbes, et l'art est parvenu à y en faire journellement.

» Les tourbes naturelles sont formées ici comme ailleurs, par la décomposition des plantes qui croissent dans ces pays marécageux.... On enlève la tourbe pour l'utiliser. On creuse en l'enlevant un fossé plus ou moins étendu dans une vaste prairie tourbeuse. — L'eau s'introduit dans ce fossé, ou on y en fait venir. — Il s'y produit des *conferva rivularis*, puis des mousses, des lichens, etc. Toutes ces plantes s'amoncellent, se décomposent, et au bout de six à dix ans on a une nouvelle tourbe qui est excellente. »

Mais comment, de toutes ces sources, peut naître la houille? C'est ce que va exposer de Lamétherie.

« Il se forme, dit-il, dans les tourbières, des pyrites comme dans les bois fossiles. Ces pyrites s'échaufferont par les causes connues, et même s'enflammeront; pour lors, la partie huileuse s'en dégagera et se minéralisera ; elle passera à l'état de bitume.

Il y a aussi souvent des pyrites dans les charbons et dans les schistes qui les recouvrent. Les débris d'animaux et de végétaux qu'on trouve dans les houilles, les huiles bitumineuses, l'alcali ammoniacal qu'on en retire, ne permettent pas de douter que les êtres organisés ne leur aient donné naissance.

Il s'est dégagé de ces matières végétales et animales, avant leur minéralisation, beaucoup de vapeurs, contenant de l'hydrogène sulfuré, de l'azote, de l'acide carbonique... comme il s'en dégage des marais, et de toutes les matières végétales et animales amoncelées et passant à l'état de décomposition.

Or, nous savons que dans les cloaques et autres lieux où il y a de semblables dégagements d'air, il s'y forme du soufre; ce soufre, dans cette circonstance, se combine, ou avec le fer de ces substances, ou avec du fer de nouvelle formation, et produit des pyrites.

Nous retrouvons le même acide sulfurique et les pyrites, dans les tourbes, dans quelques bois fossiles, et jusque dans les argiles, les schistes et les ardoises.

On doit concevoir facilement, d'après ces faits, qu'il se sera formé des pyrites et du soufre au milieu des bois fossiles, des tourbes, et de toutes les matières végétales et animales qui ont concouru à la formation des charbons.

Or, ces pyrites, se décomposant par les causes connues, contiendront de la chaleur, qui se communiquera à toutes ces substances. Ces tourbes, ces bois fossiles, éprouveront donc un degré de chaleur quelconque, qui néanmoins n'ira pas jusqu'à l'inflammation, à cause de l'absence de l'air atmosphérique, à l'abri duquel ils sont par les couches pierreuses qui les recouvrent et par les eaux.

Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que les couches les plus superficielles, qui ont dû être moins éloignées de ce contact atmosphérique, sont beaucoup plus pauvres en bitume et en principes huileux, que les couches inférieures.

On comprend que par ces décompositions intérieures des combinaisons diverses se soient opérées entre les gaz, les acides et les huiles, et aient produit l'état minéral sous lequel nous rencontrons les houilles.

Les terrains primitifs ne contiennent point de charbons, ni aucune matière bitumineuse provenant des débris d'êtres organisés. Dans tous les autres terrains on trouve des charbons; dans le midi de la France, on en trouve dans des terrains calcaires. En Flandre, les charbons sont sous les terrains calcaires; mais ce sont ordinairement des schistes qui recouvrent les couches de charbon, lesquelles se trouvent le plus souvent dans les couches schisteuses, appuyées aux montagnes primitives.

« Les différents lits de houille ont diverses épaisseurs; j'en ai vu dont l'épaisseur n'est que de quelques lignes, et qui ont la même étendue en surface, que les plus épais : cette étendue est souvent de plusieurs lieues. »

On trouve dans les charbonnières ou houillères du Creuzot, auprès du mont Cénis, des couches qui ont jusqu'à 40 et 50 pieds d'épaisseur, on en cite de la même épaisseur dans plusieurs autres mines. Jamais on ne trouve une couche de charbon seule; il y en a toujours plusieurs superposées les unes au-dessus des autres : elles sont séparées par d'autres couches de différentes substances.

Cette disposition des couches de houille confirme pleinement la théorie de de Lamétherie, sur son origine et sa formation.

C'est avec la même sagesse qu'il a discuté la question paléontologique des fossiles végétaux et animaux. Les fossiles commençaient à fixer plus fortement l'attention, et le moment était venu où leur étude allait donner une nouvelle impulsion. C'est en face des premiers travaux de Cuvier que de Lamétherie résume toutes les opinions émises sur l'étiologie des fossiles, il les combat pour la plupart et même celle de Cuvier. Il résume la plupart des faits connus alors, et ils étaient déjà nombreux; car un grand nombre d'observateurs, en Angleterre, en Allemagne, en Italie et en France, avaient réuni et étudié beaucoup de fossiles végétaux et animaux de toutes les classes; et l'un des grands mérites de Cuvier sera de résumer tous ces nombreux travaux.

De tous ces faits déjà connus, de Lamétherie conclut avec beaucoup de ces savants, *que la plupart des débris des productions végétales et animales de nos contrées, n'ont leurs analogues existants que dans les pays chauds, et que même plusieurs n'existent plus*. Mais quelle est, ajoute-t-il, la cause de ce singulier phénomène? les géologues sont partagés d'opinion à cet égard. »

Il examine et combat les opinions de Pallas, qui faisait venir les animaux des Indes par un déluge; de Wallérius, Camper, Michaelis... qui prétendaient qu'aucuns de ces êtres n'existent plus; de Cuvier et Brongniart, qui appellent sur le globe une catastrophe immense pour détruire tous ces êtres; puis il ajoute :

« Je n'admettrai que difficilement ces conséquences, et je réponds : 1° que nous ne connaissons aucune cause physique qui eût pu produire cette grande catastrophe dont ont parlé de savants naturalistes;

» 2° Je dirai avec Hunter que les petites différences qu'on aperçoit entre plusieurs fossiles et leurs analogues existants ne sont pas assez considérables pour ne pas être regardées comme le simple effet du changement de climat, de température... Il y a de plus grandes différences entre les os d'un chien épa-

gneul, d'un lévrier, d'un bouledogue... Quels changements n'éprouvent pas nos animaux transportés dans les pays chauds!...

» 3° Je demanderai si tous les animaux et végétaux existant lors de cette catastrophe générale, ont été détruits ou non. Si on dit qu'ils l'ont été, il faudra donc avancer que tous ceux qui existent aujourd'hui ont été produits postérieurement par une génération spontanée; ce qu'on n'a pas encore osé dire, et ce qu'on ne peut admettre que d'après des faits on ne peut plus concluants. Si ces mêmes espèces existaient, pourquoi n'en trouverait-on aucuns débris parmi les fossiles? Ainsi il faut donc en conclure que ce sont les mêmes espèces qui ont éprouvé quelques changements par des circonstances locales (1).

» 4° Il est certain que plusieurs animaux fossiles ressemblent à ceux qui existent actuellement : tels sont plusieurs poissons du mont Bolca, suivant Fortis...

» Lamarck a la même opinion. Il m'a fait voir, dans sa belle collection, la coquille du *murex trunculus* Lin., fossile, trouvée en France, parfaitement ressemblante à celle de l'animal vivant, et il en a plusieurs autres semblables à celle des animaux vivants.

» 5° Il n'est pas douteux que plusieurs végétaux fossiles sont également semblables à ceux qui existent; tel est le *caoutchou* du Derbyshire, le *nyctantes* de Saint-Chaumont, le palmier *areca* d'Andernac.

» On doit donc reconnaître avec le plus grand nombre des naturalistes (2) :

» 1° Qu'il est un grand nombre de fossiles, dont les espèces n'existent plus, et ont péri par des circonstances locales. »

Ailleurs il explique ces circonstances locales qui ont fait périr certaines espèces, soit parce qu'elles ne trouvaient plus les milieux convenables, soit faute de nourriture, soit pour n'avoir pu se reproduire, soit par le changement du climat.

« 2° Que plusieurs autres ont leurs analogues vivants.

(1) Cette conclusion, vraie en partie, ne l'est pas pour plusieurs fossiles que de Lamétherie ne connaissait pas encore.

(2) Nous verrons Cuvier faire changer l'opinion.

» 3° Qu'ils ont vécu à peu près dans les régions où on trouve leurs débris aujourd'hui, ou dans des régions qui en étaient peu éloignées. »

Dès-lors, il faut admettre que ces climats, tels que la Sibérie, la Samoiède, la Russie, l'Angleterre, l'Allemagne, la France, ont joui, à une époque quelconque, d'une température assez douce (1) pour que l'éléphant, le rhinocéros, le nyctantes, le palmier... aient pu y subsister.

Or, il trouve trois causes qui ont dû donner autrefois une température plus égale et plus douce au globe : 1° la chaleur propre du globe, qu'il croit y avoir été pour peu de chose; 2° parce que tous les pics, tous les plateaux étaient autrefois moins éloignés de la surface de l'eau, et cette cause a été la plus puissante; 3° la densité de l'atmosphère qu'il pense avoir été plus considérable autrefois.

Ainsi, de Lamétherie n'admet qu'une seule origine primordiale et simultanée des végétaux et des animaux ; ceux qui sont devenus fossiles le sont devenus par des causes naturelles; et les espèces perdues ont disparu par des circonstances locales, tandis que les autres fossiles ont encore leurs analogues vivants; il était donc dans la direction logique et rationnelle, en cherchant à expliquer des faits physiques par les lois physiques connues et en repoussant les théories qu'aucune loi connue ne peut appuyer.

Il nous reste à résumer la doctrine de de Lamétherie sur les effets qu'on attribue à la cause ignée.

D'abord il combat l'hypothèse de la chaleur centrale du globe; et il explique les volcans par des causes qui peuvent être en partie analysées, ce qui n'est pas pour le feu central.

« Beaucoup de savants, dit-il, ont pensé que les foyers volcaniques étaient déterminés et entretenus par la présence des substances organiques végétales et animales.

» C'est ainsi qu'on trouve dans les produits volcaniques beaucoup de sels ammoniacaux et de l'alkali volatil, et qu'en 1794 on a recueilli de l'éruption du Vésuve des quantités con-

(1) Ceci ne peut être dit pour l'Italie, par exemple, qui a un climat assez doux. Il faut donc une autre raison; ne serait-elle pas dans la migration des peuples, etc?

s de sel ammoniac. Les laves leucitiques contiennent
ntité considérable de potasse.
ntes ces substances paraissent ne pouvoir provenir que
nces organiques.
iée noire et bitumineuse qui s'échappe des volcans,
s blanchâtres d'acide sulfureux, les gaz hydrogènes
qui donnent lieu aux flammes, ne peuvent être déga-
par les bitumes, les pyrites, les soufres, etc.
bitumes liquides des laves de Lipari, les pierres en-
bitumes, vomies par des volcans, les bitumes et les
nérales ramassées après les grandes éruptions du Vé-
substances bitumineuses qui environnent tous les
teints ou en activité, les charbons de terre, les schis-
ux avec empreintes de végétaux qu'on trouve dans
montagnes volcaniques, comme le Gorgiguano dans
tin, le mont Hécla, etc., paraissent prouver d'une
incontestable que les feux de plusieurs volcans ont
nt entretenus par des bois fossiles, par des tourbes
s charbons de terre.
expériences de Leméry sur les mélanges de limaille de
soufre qui s'étaient enflammés seuls, autorisent de
hysiciens à reconnaître que les pyrites jouent un très-
le dans les feux souterrains. — Toutes les substances
les minéralisées par le soufre peuvent également s'en-
et servir d'aliment à ces feux. — Enfin, les métaux eux-
euvent brûler seuls, tels que le zinc, l'arsenic, le fer...
fre se rencontre partout dans les volcans ; il s'exhale
ne d'acide sulfureux. La vapeur qui sort des cratères
té est d'acide sulfureux; toutes les *fumaroles* sont
ulfureux. On voit le soufre se sublimer partout dans
ions volcaniques, dans les parties des cratères moins
s; enfin, il coule quelquefois avec la lave, comme on le
pic de Ténériffe. On trouve le soufre partout, dans les
et auprès. Ce soufre vient-il uniquement des pyrites,
vient-il de mines de soufre natif qui seraient sous les
La question est difficile à décider; mais il peut venir
sources.
tes ces substances minérales combustibles qui peuvent

concourir à servir d'aliment aux feux souterrains, il n'y a que le soufre que les faits attestent exister dans tous les volcans.

Les pierres volcaniques sont, en général, des granites, des porphyres, des leucites, des petro-silex, des trapps, des cornéennes, qui ont toutes été plus ou moins altérées par le feu; c'est ce qui a conduit plusieurs savants à conclure que les foyers des volcans étaient le plus souvent situés dans les terrains primitifs. — D'autres ont pensé que ces foyers étaient dans les terrains bitumineux. Ils en donnent pour raison que les schistes ferrugineux forment le plus souvent le toit et le mur des couches bitumineuses; que ces schistes sont souvent quartzeux, quelques-uns micacés, d'autres calcaires; que les bitumes et les schistes contiennent des pyrites, et qu'ainsi l'analyse donnera les mêmes produits que l'on retrouve dans les laves compactes, lesquelles contiennent, en effet, la silice, l'alumine, la chaux, la magnésie, l'oxyde de fer. — Ils expliquent la diversité de texture des produits par les divers degrés de chaleur.

La nature de la pouzzolane confirme ces aperçus; car on forme des pouzzolanes artificielles entièrement semblables aux naturelles, en faisant chauffer des argiles ou des schistes ferrugineux. Or, ces argiles et ces schistes sont très-communs dans les terrains bitumineux, dans les terrains secondaires, et très-rares, au contraire, dans les terrains primitifs.

La présence de l'acide muriatique, de l'acide marin dans les laves d'Italie et de la Sicile, et qui ne se rencontre point dans les terrains primitifs, semble prouver qu'il y est apporté par les eaux de la mer.

Quant aux laves granitiques, porphyriques, etc., on peut facilement en expliquer l'origine, en se rappelant que les couches bitumineuses, les couches de charbon, sont contiguës aux montagnes primitives, et que dès-lors les pierres de ces montagnes peuvent éprouver un assez grand degré de chaleur pour être fondues et rejetées sous forme de laves.

Après avoir discuté les deux opinions précédentes sur les foyers des volcans, de Lamétherie conclut : 1° qu'une grande partie des laves a été fournie par les substances des terrains primitifs; 2° que d'autres ont été formées dans les terrains se-

...ndaires, telles que les laves avec pétrole... 3° que la plupart des laves ne sont pas composées de substances pures; qu'elles sont mélangées avec les résidus de la combustion, surtout les parties ferrugineuses; 4° que quelques-unes de ces laves ont pu être formées par les schistes, et autres substances qui couvrent les bitumes; 5° que ces feux souterrains sont alimentés par le soufre, par des pyrites et autres substances ...iques; par de l'anthracite; par des bois fossiles, des ..., des bitumes... 6° que le foyer des volcans paraît néanmoins être le plus souvent dans les terrains primitifs secondaires (de transition).

On a demandé comment les volcans peuvent brûler sans communication avec l'air atmosphérique? Cette difficulté a paru si grave à plusieurs naturalistes qu'ils ont pensé qu'il n'y avait pas combustion, mais qu'il y avait seulement effervescence, liquéfaction et dégagement de fluides élastiques, qui s'enflammeraient qu'au contact de l'air. Les choses peuvent, en effet, se passer ainsi dans un grand nombre de cas; mais il paraît aussi certain qu'il peut y avoir une vraie combustion.

La plupart des acides métalliques qui se trouvent dans le sein de la terre contiennent assez d'oxygène pour entretenir la combustion des matières inflammables.

De célèbres physiciens de Hollande, Deiman, Paets Van-Troostwyk, Bondt, Niewland, Vanlawremburg, ont prouvé, par plusieurs expériences, que des mélanges analogues à la nature des pyrites pouvaient s'enflammer sans le contact de l'air. Ils ont mêlé du soufre en poudre avec des limailles de cuivre, de fer, de zinc, d'étain, de plomb, d'argent, etc... Ils ont chauffé légèrement chacun de ces mélanges dans des vaisseaux parfaitement clos, qui n'avaient aucune communication avec l'air extérieur, et chacun d'eux s'est enflammé.

L'inflammation a eu lieu également dans des vaisseaux à l'appareil au mercure, sans l'accès de l'air. Ils ont eu soin également que les matières mêlées fussent sans humidité. Or, tous ces mélanges sont des pyrites artificielles; les pyrites naturelles peuvent donc aussi s'enflammer dans le sein de la terre sans le contact de l'air.

Nous savons encore que, dans l'expérience où on fait passer de l'eau à travers un tube incandescent, tel qu'un canon de fusil, il y a réellement les mêmes effets que dans la combustion, car un charbon qu'on y expose y est consumé ; le fer et d'autres métaux y sont calcinés... Le fait est constant, de quelque manière qu'on l'explique, ou par la décomposition de l'eau, ou par l'air contenu dans cette eau...

Or, dans tous les volcans il y a de l'eau; la combustion, par conséquent, peut s'y opérer sans communication avec l'air extérieur, comme elle se fait dans le canon de fusil...

Les bitumes brûlent même sous l'eau : les feux grégeois des anciens n'étaient que des bitumes combinés avec d'autres substances minérales. Ces mêmes substances pourront donc brûler dans l'intérieur des volcans, soit souterrains, soit sous-marins.

Ces causes diverses peuvent donc entretenir l'inflammation des feux volcaniques sans accès de l'air extérieur. Les sous-marins brûleront jusqu'à l'instant qu'une trop grande quantité d'eau ne les inondera pas entièrement ; car il faut supposer que, dans l'état ordinaire, les eaux des mers n'y pénètrent pas ou n'y pénètrent que par infiltration; mais de temps à autre il se fait des crevasses par lesquelles les eaux peuvent se rendre dans le foyer de l'incendie, ce qui produit pour lors commotion et explosion. Enfin si les eaux y arrivent en trop grand volume, elles peuvent éteindre l'embrasement.

D'autre part, l'air extérieur pénètre assez souvent dans l'intérieur des volcans qui ne sont pas sous-marins. Les divers soupiraux peuvent lui donner passage, l'intermittence des émanations gazeuses, des boursouflures, des éruptions partielles, les fentes, les crevasses prouvent qu'il s'établit entre le foyer et l'atmosphère des courants de communication.

On doit conclure de tous ces faits que, quoiqu'il ne soit pas impossible que quelquefois il n'y ait pas de vraie combustion dans l'intérieur des volcans, cependant elle a lieu le plus souvent ; les matières combustibles y sont vraiment enflammées, quoiqu'elles soient rarement consumées dans leur totalité.

On a supposé qu'il y avait des communications souterraines entre tous les foyers volcaniques; ces communications peuvent

être acceptés entre les volcans du périple d'une même mer, comme ceux qui entourent la Méditerranée, par exemple; mais il serait bien difficile d'admettre l'hypothèse d'une communication générale entre tous les volcans du globe.

Cependant cette hypothèse serait appuyée par l'autre supposition, qui place le foyer des volcans au centre de la terre en fusion. Mais cette dernière supposition n'est pas elle-même acceptable; car, outre les raisons que nous lui avons déjà opposées, bien des faits tendent à prouver que les foyers varient dans leur profondeur et dans le sol de leur siége. D'abord tous les observateurs rapportent qu'on voit à une assez petite profondeur, dans les cratères des volcans en activité, les matières en fusion bouillonner. Mais dans d'autres circonstances le foyer est plus profond : on a vu, en 1631, le Vésuve absorber une partie des eaux de la mer de Naples, et les revomir toutes bouillantes. La même chose a eu lieu à la Jamaïque, en 1692.

Les laves s'ouvrent des passages dans les flancs de la même montagne, à différentes hauteurs. Enfin, il y a des volcans sous-marins à une grande profondeur. — Ces foyers peuvent même être multiples et à différentes profondeurs dans le même volcan, suivant la nature et la distribution des substances qui déterminent l'action volcanique.

Tout porte donc à croire que les foyers volcaniques varient dans leurs siéges et leurs profondeurs, comme dans leurs causes.

La force immense que déploient les feux souterrains dans leurs explosions, doit être attribuée à trois causes principales : 1° à l'eau réduite en vapeurs; 2° à l'air dilaté par la chaleur; 3° aux autres matières également réduites à l'état aériforme.

Un grand nombre de faits prouvent que ce sont réellement les eaux qui contribuent le plus à ces terribles phénomènes. — La plupart des volcans sont auprès des mers; or, dans le temps de l'éruption ils absorbent souvent les eaux. En 1631, lors de l'éruption du Vésuve, une partie des eaux de la mer de Naples fut absorbée, et ensuite elles furent rejetées bouillantes avec des substances du fond de la mer. Dans un tremblement de terre de la Jamaïque, en 1692, une partie des eaux de la mer fut absorbée et revomie toute bouillante. — Eggert Olafsen

rapporte qu'après les éruptions des volcans d'Islande, les eaux qu'ils avaient rejetées avaient laissé sur la terre des quantités considérables de sels : ce qui ne permet pas de douter que les eaux ne vinssent de la mer. — Un grand nombre d'autres faits prouvent la même chose.

Ce ne sont cependant pas les seules eaux des mers qui occasionnent des éruptions des volcans; les eaux qui sont à la surface de la terre, y concourent également. — Le desséchement soudain des petits lacs d'eaux douces, des ruisseaux et des rivières, est un signe qui annonce une prochaine éruption, dit Troïl en parlant des volcans d'Islande. — Dans la plupart des éruptions des grands volcans, on voit le cours des rivières suspendu, elles se perdent un instant : c'est que leurs eaux tombent dans des fentes, des crevasses, vont se rendre dans le foyer de l'incendie, et contribuent à y produire ces terribles commotions. — La grande quantité de jets d'eaux bouillantes qu'on observe en Islande, prouve assez combien l'eau a de part à ces grands phénomènes. — Shaw rapporte que les tremblements de terre, en Barbarie, n'arrivent ordinairement qu'un jour ou deux après les grandes pluies. — Il serait inutile de citer tous les faits innombrables dont de Lamétherie a parlé, et qui prouvent que tous les volcans dégagent des quantités immenses de gaz sulfureux, d'hydrogène sulfuré, d'acide carbonique, de vapeurs d'eau, etc., etc., et qui viennent confirmer sa thèse sur les causes des volcans.

Les tremblements de terre sont des secousses souterraines, quelquefois d'une vaste étendue et qui tiennent de trop près aux phénomènes volcaniques pour ne pas reconnaître les mêmes causes dans la plupart des cas; ainsi les feux souterrains, les mouvements des eaux, les embrasements qui accompagnent la plupart de ces secousses ne peuvent laisser de doute à ce sujet.

Cependant le défaut d'équilibre entre les couches du sol peut aussi y donner naissance.

Aux volcans et aux tremblements de terre se rattachent les soulèvements et les affaissements du sol. Quelquefois des montagnes entières et des îles sont vomies du sein des mers. D'autres fois des terrains assez étendus sont engloutis. Ces phénomènes, sans être bien communs, ne sont cependant pas rares. A l'appui de cette assertion il cite trente et quelques tremblements

de terre ou soulèvements marins connus depuis environ 400 ans avant notre ère jusqu'en 1693, et qui ont tous ou soulevé des îles ou des terrains, ou affaissé des montagnes; son assertion est donc démontrée sans même tenir compte de tous les phénomènes semblables qui n'ont pas été remarqués.

Toujours prudent et jamais exclusif dans l'appréciation des causes, de Lamétherie n'attribue pas aux seuls volcans tous les affaissements de montagnes; il reconnaît que plusieurs de ces affaissements peuvent être occasionnés ou par le dessèchement des couches superposées, ou par l'érosion des eaux souterraines ou par d'autres causes encore. Il cite plusieurs faits à l'appui, tirés des observateurs qui mentionnent un grand nombre de montagnes culbutées et renversées.

Les causes ignées ainsi sagement analysées, et rapprochées des causes aqueuses qu'il regarde comme synchroniques des premières, voici les conclusions que de Lamétherie tire de leur action simultanée et locale pour la formation des terrains, des montagnes et des vallées; et ses conclusions, comme ses prémisses, sont conformes aux faits et nullement exclusives.

« Si plusieurs couches planes sont superposées, dit-il, et qu'une force intérieure les soulève, et en forme une montagne, elles se brisent; elles présentent partout des fentes et des ruines, et ne se présenteront point dans une superposition verticale, sur une grande étendue.... Il faut donc reconnaître que la plupart des couches verticales ou obliques ont été formées telles qu'elles sont.... Il en est de même des couches contournées et entières sans déchirement; ces phénomènes sont le résultat de la cristallisation confuse, suivant de Lamétherie et de Saussure.

» Qu'on observe, ajoute-t-il, les dépôts que font les eaux vaseuses; par exemple, celles des rivières, telles que la Saône, la Seine... dont les eaux, dans les temps de leurs crues, sont troubles et charrient beaucoup d'argile et de marne, on verra que cette argile, cette marne se dépose indistinctement sur toute sorte de terrains, et que ces dépôts sont à peu près de la même épaisseur, et sur les lieux dont la surface est plane, et sur les coteaux dont les surfaces sont inclinées. Or, sur ces derniers coteaux ces dépôts forment des couches coniques.

Qu'on ait ces faits présents, et on concevra facilement la formation de ces espèces de montagnes. » C'est ainsi que la plupart des montagnes secondaires se sont moulées sur les montagnes primitives recouvertes par les eaux.

D'autres montagnes secondaires ont pu aussi être formées par des courants opposés comme les barres le sont à l'embouchure des grands fleuves.

Mais les grandes montagnes secondaires ont pu, dans un grand nombre de cas, être formées par des affaissements, des culbutes de terrains. Les portions des Alpes qui sont composées de terrains secondaires et tertiaires montrent de ces affaissements à chaque instant à l'observateur attentif.... On observe la même chose dans toutes les hautes montagnes argileuses, calcaires, gypseuses et bitumineuses....

Les affaissements ont produit des soulèvements comme par un mouvement de bascule; — d'autres fois des terrains ont glissé sur le penchant des montagnes primitives, des couches ont coulé, ont été déplacées. — Les volcans, les tremblements de terre ont produit un grand nombre de ces phénomènes; et comme il n'est guère de pays qui n'aient été ravagés par ces causes, qu'on juge combien elles ont dû influer sur la configuration du globe dans ses diverses parties.

Les courants d'eau, soit des fleuves, soit des mers, les débacles des grands lacs, ont aussi creusé des vallées et par suite produit des montagnes dont les couches doivent être rangées plus ou moins à pic.

Voilà donc déjà analysées toutes les causes diverses qu'on invoquera pour la formation des montagnes et des vallées.

Il résulte de cette analyse de la théorie de la terre, que de Lamétherie, à part son exagération des précipitations chimiques, était sur tous les points de la géologie dans la voie la plus rationnelle; expliquant les effets anciens par les causes actuelles, il a compris et prouvé qu'il n'y avait pas de généralisation possible des phénomènes, mais que les faits comme leurs causes varient en intensité et dans leurs natures suivant les localités; ce qui l'a conduit à démontrer le synchronisme des formations aqueuses entre elles, et de celles-ci avec les formations ignées, quoiqu'il n'ait pas prononcé le mot. Mar-

chant du connu à l'inconnu, il invoque le témoignage de l'histoire uni à tous les faits actuels pour remonter dans le passé et prouver que jamais les causes géologiques n'ont discontinué leurs effets. C'est dans cette voie si sage qu'il admet une seule et unique production des êtres fossiles et des êtres vivants; qu'il explique les fossiles et leur disparition par les causes naturelles connues en repoussant toutes les révolutions périodiques ou autres que nulle cause physique connue n'a pu produire; sa théorie des charbons de terre et des bois fossiles, aussi bien que celle des volcans et des tremblements de terre, de la formation des montagnes et des vallées secondaires et tertiaires, celles des atterrissements : en un mot, tous les faits géologiques sont expliqués rationnellement par les causes naturelles saisissables, connues et susceptibles d'être analysées. — Ses nombreuses recherches historiques, preuves d'une patience de travail infatigable, seront reprises par Cuvier, qui saura les présenter avec plus d'habileté et de méthode; ce qui a manqué à de Lamétherie et n'a pas peu contribué avec son style et le désordre général de son ouvrage, à le faire oublier, en présence du remarquable talent de son émule et de son contemporain qui lui survécut.

Du temps de Lamétherie et son ami, de Lamarck poussait la géologie dans la même voie rationnelle, mais plus particulièrement au point de vue paléontologique (1). Il s'occupa cependant de l'hydrogéologie, et publia des recherches sur l'influence des eaux, sur la surface du globe terrestre, sur les causes de l'existence du bassin des mers, de son déplacement, de son transport successif sur les différents points du globe, enfin sur les changements que les corps vivants exercent sur la nature et l'état de cette surface, 1 vol. in-8°, 1802, — *Considérations sur quelques faits applicables à la théorie du globe, observés par Péron, dans son voyage aux terres australes*, en 1802; — dans l'introduction de ses mémoires sur les coquilles fossiles des environs de Paris, pour l'emploi de ce moyen dans les questions géologiques, — *Description des coquilles fossiles des environs de Paris*, — et enfin ses divers travaux sur les animaux sans vertèbres.

(1) Voir notre *Histoire des sciences*, t. III.

Dans son *hydrogéologie*, de Lamarck a traité la question d'étiologie du bassin des mers et des formations marines qui composent la plus grande partie des terrains tertiaires. Il a même cherché à apprécier les changements que les corps organisés exercent sur la nature et sur l'état de cette surface. Il admet, avec Buffon, que les animaux à transsudation calcaire, transforment l'eau en pierre et la solidifient; il va même plus loin et trop loin sous ce rapport, puisqu'il soutient que tous les corps bruts, tous les minéraux ont été produits par les corps organisés; thèse absolument insoutenable.

Dans son grand et beau travail sur les coquilles fossiles des environs de Paris, il a donné un bel exemple de la manière dont on doit procéder dans l'étude de la conchyliologie appliquée aux questions zoologiques, les regardant comme de premier ordre pour éclairer *la véritable théorie de notre globe*, et pour *mesurer les modifications que les espèces vivantes subissent avec l'état des lieux qu'elles habitent.*

Il admet que ces coquilles sont les dépouilles d'animaux qui ont vécu dans les lieux où on les trouve, qu'il y a plusieurs de ces animaux dont on trouve les analogues, et qui habitent encore les mers; d'où, par conséquent, la mer a autrefois séjourné dans ces lieux : et il en conclut qu'il y a eu déplacement des mers; que ce déplacement a été graduel, et dû à une cause lente et toujours active; que la continuité d'action de cette cause porte à regarder comme probable que les parties découvertes aujourd'hui redeviendront le bassin des mers, et que celui-ci sera de nouveau mis à découvert; en sorte que, pour de Lamarck, *la masse des eaux formant les mers, non-seulement s'abaisse, mais encore se promène, pour ainsi dire, à la surface de la terre.* C'étaient les idées de Buffon, et plus anciennement d'Aristote.

Il reconnaît une chaleur commune et constante dans la masse du globe terrestre, et rejette la supposition d'un refroidissement graduel; mais la considération des fossiles et de leurs analogues qui habitent encore les mers australes, l'a conduit à admettre un changement continuel, quoique infiniment lent, dans le climat ou la température, relativement à chaque partie du globe.

Nous ne nous arrêtons pas à exposer les raisons qu'il fournit à l'appui de ces diverses thèses ; nous constatons simplement les résultats.

Ainsi, par l'étude de l'action des phénomènes existants, de Lamarck a cherché à expliquer les faits anciennement produits à la surface de la terre. Mais un autre résultat de la plus haute importance, puisqu'il devait conduire aux progrès que la géologie a faits, c'est que Lamarck ne se contenta pas d'établir que les coquilles fossiles appartenaient à la série vivante ; que beaucoup d'entre elles avaient leurs analogues existantes : il alla plus loin, et il chercha, dans l'étude des coquilles vivantes, les caractères nets et précis qui distinguent une coquille d'eau douce d'une coquille marine (1). C'était là un pas immense qui, appliqué à la géologie, devait conduire et conduisit, en effet, à la distinction des formations marines et des formations d'eau douce, et par suite à reconnaître la superposition alternante de ces deux sortes de formations. Or, c'est ce progrès qui a achevé de ruiner tous les systèmes hypothétiques, et ouvert définitivement la voie à la géologie positive et rationnelle.

Tel est l'état dans lequel de Lamétherie et de Lamarck laissaient la géologie, et cependant nous allons voir une direction toute opposée s'emparer du vulgaire, sous l'influence du talent de Cuvier ; tandis que ces deux hommes et leurs travaux seront oubliés et en partie méconnus, si ce n'est des hommes sérieux, de ceux qui approfondissent et qui ne croient pas que la science puisse naître et se formuler en un jour dans l'humanité. Cela tint à plusieurs causes ; l'ouvrage de Lamétherie était savant, mais mal écrit et sans méthode ; en outre, c'était un homme modeste, qui ne se mêla point au mouvement politique qui absorbait alors toutes les préoccupations des hommes. Il en fut à peu près de même de Lamarck ; ses ouvrages, cependant, eurent plus de retentissement à cause de la méthode, d'une part, et de l'autre, de la systématisation scientifique de l'épicuréisme, ressuscité et mieux habillé. Mais alors tout semblait renaître en France, les ambitions scientifiques se remuèrent comme toutes les autres. On tua de Lamarck par le ridi-

(1) *Dic. d'Hist. nat.*, art. *Conchyliologie*, et *Hist. des animaux sans vertèbres.*

cule facile auquel prêtait sa philosophie; de Lamétherie fut étouffé dans la conspiration du silence et ses dépouilles retournées à neuf ont servi à d'autres.

LEÇON VIII.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE.

Buffon, dans sa Théorie de la terre, Pallas, Werner, de Lamétherie, de Lamarck, etc., par leurs travaux réunis, avaient jeté toutes les bases de la géologie positive, nous l'avons démontré. Lors donc que Cuvier publia, en 1811 et plus tard, ses idées géologiques, l'époque où se trouvait la géologie ne ressemblait pas, comme il le dit, à celle où quelques philosophes croyaient le ciel de pierres de taille et la lune grande comme le Péloponèse (1). Mais au lieu de suivre la route ouverte à l'observation par ces hommes laborieux, et d'encourager, par son exemple, l'étude des causes actuelles, G. Cuvier, frappé de la magnificence du style et des conceptions de Buffon, dans ses Époques de la nature, voulut se mesurer avec lui et s'efforcer de marcher son égal. Cette noble ambition était pleine d'écueils, et Cuvier ne put les éviter. S'élançant comme Buffon dans le champ des hypothèses, il reprit les mêmes, et fit, à sa façon, des époques de la nature. Avec Deluc et autres, il repousse l'étude des causes actuelles pour expliquer les effets anciens; il affirme que rien ne saurait être plus infructueux que des recherches faites dans cette direction; « que le fil des opérations est rompu; que la marche de la nature est changée, et qu'aucun des agents qu'elle emploie maintenant, ne lui aurait suffi pour produire ses anciens ouvrages (2). » Il condamnait ainsi à une éternelle immobilité, et il rejetait, dans le champ des idées hypothétiques, une science qui, depuis ce temps, a

(1) *Disc. sur les Révolutions du globe*, 3ᵉ édit., p. 4.
(2) *Disc.*, p. 27, 28.

marché d'un pas si rapide et si sûr. Et, bien que de Lamétherie eût écrit qu'aucune loi physique connue ne pouvait appuyer de telles idées, l'hypothèse reprise par Cuvier et si adroitement encadrée dans ce magnifique discours sur les Révolutions du globe, dont elle est la partie la plus faible, a nui à la géologie autant que les *Recherches sur les ossements fossiles* lui ont rendu service sous un autre rapport; car ce second travail a préparé le grand ouvrage de M. de Blainville qui le corrige (1), et ceux de MM. Agassiz, Deshaies, Adolphe Brongniart, et tant d'autres, sur des sujets différents, mais tous également relatifs aux débris organiques contenus dans les couches régulières du sol.

Cuvier a publié avec M. Brongniart les *Essais sur la géologie minéralogique des environs de Paris* (in-4°, 1811); M. Brongniart eut la plus grande part à cet ouvrage. Cuvier n'est jamais entré bien avant dans l'étude des terrains géologiques, il n'a réellement touché qu'à la paléontologie; et peut-être est-ce là une des sources des graves erreurs qu'il a introduites dans ses Théories.

Il a publié en paléontologie : 1° *Extrait d'un ouvrage sur les espèces de quadrupèdes dont on a trouvé les ossements dans l'intérieur de la terre*, 1799, in-8°; 2° *Recherches sur les ossements fossiles des quadrupèdes où l'on établit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paraissent avoir détruites*, 1812, 4 vol. in-4°. — 2e édit. 1821-1825, 5 vol. in-4°; il y a eu une troisième édition. Cet ouvrage est précédé d'un *Discours préliminaire sur les révolutions de la surface du globe, et sur les changements qu'elles ont produits dans le règne animal*. Ce discours est le chef-d'œuvre de Cuvier et contient toute sa doctrine; l'art avec lequel il est écrit, disposé et enchaîné, la clarté et la concision, tout à la fois, entraînent et charment le lecteur, qui sera facilement séduit s'il n'a fait une étude assez approfondie pour apercevoir les défauts de logique et les interprétations trop hâtées des faits.

Cependant il y a absence de principes ou principes faux, ce qui revient au même, et étude superficielle. C'est ainsi, par

(1) *Ostéographie des animaux vertébrés vivants et fossiles.* — On y voit les erreurs nombreuses que Cuvier a commises dans la détermination des fossiles.

exemple, qu'il a nié, contre l'évidence de faits nombreux, que les fossiles vinssent combler des lacunes dans la série animale, sans se douter toutefois que, par cette négation, il contredisait sa manière de procéder dans la reconnaissance des animaux perdus, et s'enlevait tout moyen d'arriver à la détermination d'aucun de ces animaux, puisque ce n'est que par leur ressemblance et leurs rapports avec les genres et les espèces existantes, qu'il a pu et qu'on peut uniquement les déterminer. On a répété qu'avec un seul os, un seul fragment, une facette, il pouvait reconstruire un animal. Nous avons démontré ailleurs la fausseté d'une telle prétention (1), et les premières notions d'ostéologie comparée suffisent pour la renverser. Cuvier lui-même a trouvé plus d'une fois son principe en défaut; le *tapyrium giganteum* qu'il avait déterminé sur une seule *dent complète*, se rencontra être, quand on eut trouvé la tête entière, avec des dents absolument les mêmes, un *dinotherium*, animal perdu, qui n'est point un tapir. C'est pourtant ce principe, sujet à tant d'exceptions, qui a étonné le monde, et résumé dans le vulgaire toute la valeur scientifique, toute la réputation de son auteur. Lui-même cependant en a aperçu le défaut, lorsqu'il dit : « Ce principe est assez évident en lui-même, dans cette » acception générale, pour n'avoir pas besoin d'une plus » ample démonstration; *mais, quand il s'agit de l'appliquer, il* » *est un grand nombre de cas où notre connaissance théorique* » des rapports des formes ne suffirait point, si elle n'était *ap-* » *puyée sur* L'OBSERVATION. » Ce n'est, en effet, que par une observation minutieuse, des comparaisons répétées avec les animaux actuellement existants, que l'on peut espérer d'arriver, avec quelque certitude, à déterminer un genre, une espèce; et encore toute pièce du squelette n'est pas indistinctement bonne et suffisante pour cela; il faut des pièces importantes, comme celles de la tête; et pour avoir une certitude complète, il en faut plusieurs et de diverses parties du squelette dans le plus grand nombre des cas.

Pour prouver que les débris fossiles des quadrupèdes appartiennent à des espèces perdues, Cuvier essaie de montrer qu'il

(1) *Histoire des sciences*, t. III, p. 398, etc.

y a peu d'espérance de découvrir de nouvelles espèces de grands quadrupèdes, et que les anciens en connaissaient autant et plusieurs mieux que nous ; ce qui n'est pas tout-à-fait exact ; en outre, que de tous ces animaux des anciens, aucuns n'ont disparu, et ne disparaîtront probablement pas ; ce qui n'est pas encore exact ; car nous savons que les loups ont disparu d'Angleterre, que les ours blancs ont diminué, que les ours ordinaires ont disparu de l'Angleterre, de la Bretagne et d'une grande partie de l'Europe ; qu'ils sont beaucoup plus rares dans les Pyrénées et les Alpes qu'il y a quelques années ; que les daims sont maintenant confinés dans la Perse ; que les éléphants, et surtout les girafes, les hippopotames et les rhinocéros, deviennent de plus en plus rares ; que le renne et l'aurochs ont péri dans les Gaules et la Germanie ; que tous ces nombreux animaux qui abondaient de l'Afrique dans les cirques de Rome, sont aujourd'hui tellement rares qu'on a peine à s'en procurer, etc., etc. ; que le dronte, cet oiseau si connu à l'île de France et à l'île de Bourbon, a complétement disparu de notre temps. Plusieurs animaux ont donc pu et peuvent encore disparaître, et de nouveaux peuvent être connus ; ainsi *l'aptérix* parmi les oiseaux, le *moschus aquaticus* parmi les mammifères, etc., ne sont connus que depuis quelques années.

Les assertions de Cuvier étaient donc ou trop légères ou trop hâtives. C'est pourtant sur de telles assertions et autres analogues et tout aussi peu fondées, qu'il a établi son système des révolutions du globe et des époques indéterminées, à la suite de Buffon et Deluc, etc.

D'après lui la surface de la terre a été tour à tour et plusieurs fois le domaine de la mer et le siége des végétaux et des animaux terrestres ; ceux-ci auraient péri sur place, et la mer ne se serait retirée qu'après avoir recouvert les végétaux et les animaux engloutis de couches minérales plus ou moins puissantes. Les espèces qui paraissent après chaque retraite de la mer diffèrent de celles qui se montrent avant chaque irruption nouvelle. Les irruptions ont pour la plupart été subites, instantanées, sans gradation, et plusieurs ont été générales. Il était assez naturel de conclure de ces propositions qu'il y avait eu successivement plusieurs créations et destructions générales des

êtres organisés, et que notre espèce, dont les os ne s'étaient rencontrés que dans les couches les plus superficielles, n'était venue que dans la dernière création. Nous avons vu de Lamétherie tirer ces conclusions et les combattre; et c'est aussi de même que les disciples de Cuvier entendirent sa doctrine. Dès qu'ils eurent accepté l'interprétation du maître comme une vérité démontrée sans retour, ils ne tardèrent pas à s'apercevoir que ces diverses époques et ces nombreuses successions d'animaux donnaient au monde une autre histoire que celle que nous en donne la Genèse, et qu'elles lui assignaient une date beaucoup plus ancienne que ne le suppose la chronologie de Moïse.

Cuvier se défendit, il est vrai, d'admettre des créations successives (1), mais si faiblement, et il revint tant de fois sur ces époques, sur la différence entre la création actuelle et les *créations anciennes* (2), qu'il était impossible de ne pas y voir sa véritable pensée. En outre, il nia jusqu'à la fin de sa vie les fossiles humains, parce qu'ils contrariaient sa thèse des créations successives. Les nombreuses découvertes de fossiles humains, les mémoires venus de Montpellier sur cette question, furent passés sous silence.

Ce qui n'est pas moins étonnant, c'est de voir Cuvier faire le procès aux géologues qui, pour donner l'essor à leurs systèmes, prennent les jours de la création pour des périodes indéterminées (3); et aux naturalistes qui regardent nos animaux comme des modifications des espèces fossiles, modifications produites par les variations des milieux et portées à cette extrême différence par la longue succession des années (4); et de le voir ensuite encourager ces mêmes naturalistes et ces mêmes géologues de l'imposante autorité de ses exemples.

Ainsi, il explique, sans en donner toutefois les raisons, la différence minéralogique des dépôts marins d'eau douce et la succession des espèces différentes dont ils portent les débris par des variations nombreuses qui se seraient opérées dans la na-

(1) *Disc.*, p. 129.
(2) *Disc.*, p. 2; 329; 353. *Recherches*, t. II, 1re partie, p. 222, etc.
(3) *Disc.*, p. 45.
(4) *Disc.*, p. 47, 118, 125, où il expose et combat cette opinion panthéiste, matérialiste de Lamarck.

ture des eaux (1). En détruisant de la sorte pour les animaux aquatiques la fixité des lois de l'organisation, qu'il prétend ailleurs avoir démontrée, il sape la science par ses bases, ce qui ne l'empêche pas de soutenir ailleurs la fixité des espèces terrestres. Puis, par une nouvelle contradiction, prendre pour son compte tous les milliers de siècles qu'il refusait aux autres, des changements d'espèces du règne animal entier ; et professer ainsi les doctrines les plus opposées à nos traditions sacrées qui enseignent l'unité de création et la création des espèces (2).

Tout est hypothétique dans la théorie de Cuvier ; ses irruptions successives de la mer qui forment son point de départ, n'ont aucun support en dehors du phénomène qu'elles doivent servir à expliquer et qu'elles n'expliquent pas. Et sans nous arrêter pour le moment à la discussion de ses hypothèses, nous nous contenterons de faire la remarque générale que presque toujours il donne du même fait plusieurs explications différentes et quelquefois contradictoires, parce qu'il n'a pu remonter à la loi d'aucun phénomène.

Aussi le système de Cuvier a-t-il depuis longtemps perdu son autorité sur ceux qui cultivent la géologie ou qui en suivent les progrès ; c'est uniquement hors de l'enceinte de la science que, protégé par le nom de son auteur, il compte encore quelques partisans parmi les personnes qui ont gardé le souvenir de l'accueil que lui fit l'Europe savante, et qui n'ont rien appris depuis cette époque. Nous verrons qu'il ne peut s'accorder ni avec l'enchaînement des couches d'origine différente, ni avec la ressemblance de composition minéralogique des couches de même origine, ni avec le nombre des couches alternantes, ni avec les circonstances de gisement des fossiles, ni avec la proportion numérique qui existe entre les fossiles et les espèces vivantes, etc.

Les hypothèses de Cuvier sont donc tout aussi bien en contradiction avec l'observation positive qu'avec tous les points du texte sacré.

(1) *Disc.*, p. 61, etc. — (2) *Disc.*, 1re édit., vers la fin.

Malgré cela Cuvier a fait marcher la science, d'abord par l'impulsion qu'il lui a donnée; 2° par la réunion de tous les travaux paléontologiques épars, faits avant lui ou de son temps; 3° par l'introduction des fossiles des terrains de Paris; 4° par la création d'une école qui, tout en suivant ses errements, n'en a pas moins recueilli des faits qui, mieux employés, devaient plus tard corriger ses théories; 5° enfin, par les travaux qu'il a fait naître de ses contradicteurs.

Cependant, entraîné par l'autorité de Cuvier vers les idées de révolutions du globe, M. Adolphe Brongniart (1), dont les recherches sur la flore fossile ont tant servi à la science, essaie aussi sa théorie.

Il rapporte à quatre périodes différentes de végétation les diverses flores que présentent les terrains.

La première, caractérisée par la prédominance des végétaux cryptogames vasculaires, s'étend des terrains primaires à la formation houillère.

La seconde, moins bien connue que les autres, correspond au dépôt de grès bigarré, et paraît séparée de la précédente par des terrains dépourvus de végétaux, ou ne renfermant que des impressions de plantes marines, telles que le grès rouge et le calcaire pénéen.

La troisième commence à l'époque du dépôt conchylien, et s'étend jusqu'à celui de la craie. Elle est remarquable par l'abondance des cycadées jointes aux fougères et aux conifères.

Enfin, la quatrième, dont la nôtre n'est que la continuation, correspond aux terrains tertiaires, et se distingue de toutes les précédentes par la prédominance numérique des plantes dicotylédones et par l'absence de formes étrangères à la végétation actuelle.

M. Brongniart a résumé ses observations dans le tableau suivant, qui fait sentir la différence prétendue de végétation pendant les quatre périodes supposées, mais qui porte avec lui la réfutation de l'hypothèse de l'auteur.

(1) *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, p. Ad. Brongniart, 1828

NOMS DES CLASSES.	1re PÉRIODE.	2e PÉRIODE.	3e PÉRIODE.	4e PÉRIODE.	PÉRIODE actuelle.
...ames..................	4	7	3	14	7,000
...togames cellulenses......				2	1,500
...togames vasculaires.....	220	8	31	7	1,700
...érogames gymnospermes.		5	[illegible]	17	150
...érogames monocotylédo-nes....................	16	5	8	25	8,000
...érogames dicotylédones.				100	32,000
Totaux.......	240	25	72	164	50,350

...M. Brongniart invoque deux faits qui semblent annoncer, ...que ces périodes sont fondées sur la nature même des ...lutions du globe, c'est que : 1° elles sont presque toujours ...rées par des terrains qui ne paraissent pas contenir de fos... terrestres, et qui pourraient, par conséquent, être consi... comme ayant détruit complétement la végétation pré...ante et préludé à une nouvelle création végétale. — Tels ... le grès rouge, le calcaire conchylien, et surtout la craie. ... « Il n'y a pas de passage insensible entre les végétaux de ...verses périodes, tandis qu'il y en a toujours entre ceux ...iverses époques de formations comprises dans ces pé... »

...M. Brongniart passe ensuite au développement que le règne ...al a pris successivement depuis les temps les plus anciens ...nous trouvons des traces de son existence jusqu'à nos ...; et il conclut : « Nous pouvons donc admettre, parmi ...s végétaux comme parmi les animaux, que les êtres les plus ...ples ont précédé les plus compliqués, et que la nature a créé ...essivement des êtres de plus en plus parfaits. »

On ne s'attendait pas à cette conclusion, car elle est en con...adiction avec les observations mêmes que l'auteur a consi...ées dans son tableau, où nous voyons les cryptogames vas...ulaires et les phanérogames monocotylédones apparaître dans ...première période de végétation en même temps que les aga...es; les cryptogames celluleuses, qui devraient se montrer après ...s agames et avant toute autre classe, commencer à paraître ...ans la dernière période; et les phanérogames gymnospermes, ...que l'on devrait voir avant les monocotylédones, n'apparaître ...qu'après dans la seconde période. — C'est le fait de la prédo-

minance *successive*, dans les dépôts du sol, des formes végétales les plus compliquées sur les plus simples que l'auteur a constatées; et de ce fait, dont nous aurons à discuter la valeur, il a tiré, par inadvertance, sans doute, la même conséquence que d'un ordre général d'apparition successive des végétaux les plus simples avant les plus parfaits, ordre qui n'a jamais été observé nulle part. Ainsi croule par ses bases, et par les observations mêmes de l'auteur, la théorie qu'il a essayé d'appuyer sur elles par une inadvertance de logique.

Nous ne nous arrêterons pas à discuter sa classification, qui est loin d'être admise par tous les botanistes; ni ses déterminations génériques et spécifiques, très-contestées par de graves botanistes paléontologues; ni son ordre supposé d'apparition des végétaux dans les terrains, puisque plusieurs observateurs prétendent que les dicotylédones se montrent dès les terrains primaires; que M. Brongniart lui-même en a admis des exemples, et qu'il y constate un grand nombre de monocotylédones. — Évidemment ses hypothèses ne s'accordent pas plus avec les faits positifs qu'avec le texte sacré. — Néanmoins l'étude des végétaux fossiles, déjà si avancée par M. de Brongniart, a été un pas important pour le progrès réel de la géologie.

Dans un autre ordre de faits, M. Élie de Beaumont, acceptant l'hypothèse des révolutions du globe et des créations successives, a cherché à les expliquer par les changements opérés dans les limites de la mer par le soulèvement successif des montagnes. Nous devons tout d'abord nous hâter de dire que M. de Beaumont est un des géologues qui a le plus et le mieux servi la science par ses travaux remarquables et ses nombreuses observations. Sa théorie si ingénieuse, et qui a prouvé tout d'abord une grande puissance de généralisation, est en dehors des progrès réels qu'il a fait faire à la science; par conséquent, tout en rendant pleine justice à ceux-ci, nous exposerons la discussion de la théorie, telle qu'elle est encore pendante aujourd'hui parmi les géologues.

M. de Beaumont pense que le redressement, les dislocations des dépôts sédimenteux qui s'appuient sur les flancs des montagnes appartiennent à des époques différentes, et qu'il existe un parallélisme constant entre ces dislocations et le soulève-

ment des montagnes de même date ; de sorte que la ligne suivant laquelle se trouve le système des couches redressées suit toujours la même direction que la chaîne de montagnes, ce qui donne la preuve que toutes les dislocations parallèles sont de même âge.

D'après ces observations, qui servent de base à sa théorie, il divise les montagnes d'Europe en douze systèmes, fondés sur le nombre des directions différentes que suivent ces montagnes. Quelque immense que soit l'intervalle qui sépare les montagnes, du moment qu'elles ont une direction commune, elles ne forment qu'un même système, produit, à une même époque, par une même action mécanique de l'écorce du globe. Le nombre des systèmes soulevés indique celui des dislocations que le sol des pays qu'ils occupent a éprouvées ; et, en même temps, il correspond au nombre des changements de nature et de situation que présentent les dépôts de l'écorce de la terre, c'est-à-dire au nombre de formations géologiques de ces mêmes pays.

Les positions relatives des couches horizontales et des couches relevées ou obliques, fournissent à M. de Beaumont les moyens de déterminer leur âge relatif et celui des soulèvements des montagnes.

D'après cette théorie, le plus ancien système de montagnes est celui qui relève les roches schisteuses ; et la chaîne principale des Alpes, qui a soulevé la dernière portion des terrains tertiaires, est le plus récent.

Ainsi les phénomènes géologiques sont dus au changement des limites de la mer ; ce changement de limites est dû au soulèvement des montagnes ; le relief actuel des montagnes est l'effet des contractions violentes de l'écorce de la terre, produites, à leur tour, par l'abaissement successif de la température terrestre ; car la terre, en se refroidissant, diminue de volume et met son enveloppe dans la nécessité de diminuer aussi de capacité, pour ne pas cesser d'embrasser la masse fluide intérieure. Voilà la raison de l'existence des vides, des tubérosités, qui se sont formées par intervalles à l'extérieur de l'écorce de la terre.

Par cette nouvelle théorie, l'hypothèse du feu central, que

nous avons réfutée (1), est reliée à l'hypothèse des révolutions de la surface du globe, pour ne faire qu'un tout. Assurément, cette généralisation, cet enchaînement des phénomènes, cette tendance à l'unité, font désirer que l'ingénieuse théorie de M. de Beaumont fût aussi bien appuyée dans ses bases qu'il a mis de talent à la développer. Mais, malheureusement, la thèse des révolutions avec destructions et créations successives est, comme nous l'avons vu et comme nous le démontrerons amplement, de tout point inadmissible. La thèse du feu central n'est pas mieux démontrée, nous l'avons prouvé (2). Si, en dehors de ces deux appuis que M. de Beaumont a acceptés d'autres mains, sa théorie des soulèvements était pleinement soutenable en elle-même, elle nous sourirait à cause de sa grandeur, et surtout à cause de la solution qu'elle paraîtrait fournir à une foule de difficultés qui touchent aussi bien à la science qu'à la théologie. Mais la discussion a dû la modifier sur plusieurs points.

Quand M. de Beaumont publia, pour la première fois, sa théorie, l'hypothèse des soulèvements était en grande faveur; on l'avait d'abord appliquée aux volcans; elle s'était ensuite étendue aux montagnes. M. de Beaumont, sans s'arrêter à prouver ce qui était admis par tant de géologues distingués, donna à cette thèse une nouvelle valeur, en indiquant la contraction de l'enveloppe de la masse planétaire comme la cause probable qui avait fait saillir le relief actuel de nos grandes chaînes dont il déterminait l'âge relatif. Mais cette partie de la géologie spéculative ne tarda pas à changer et à prendre plus de consistance. Les volcans mieux étudiés apparurent sous un aspect tout différent, et plusieurs faits de leur histoire passèrent définitivement dans le domaine de la science. La fausseté de l'hypothèse des soulèvements, dans son application aux montagnes volcaniques, fut rigoureusement démontrée par plusieurs habiles observateurs et spécialement par M. Constant Prévost. Ce sage observateur établit solidement que les montagnes volcaniques doivent leur origine à une accumulation successive de laves, et non pas à un soulèvement subit; que la

(1) Voir Leçon XI et XII, t. I. — (2) Voir Leçon XI et XII, t. I.

puissance qui a produit la matière de ces laves n'a point redressé les couches du sol; que le point de départ des éruptions, au lieu d'être à l'extrémité inférieure du foyer volcanique, se trouve, au contraire, à l'extrémité supérieure de la lave ou colonne ascendante qui, s'étant refroidie et solidifiée à ce point, est ensuite rompue et chassée par le développement des gaz; que ces masses solides, ces phonolithes, que l'on avait représentés comme ayant traversé et soulevé les couches régulières du sol, ne sont autre chose que des débris de ces couches régulières ou des lambeaux de roches ignées, déposées à l'état liquide par les volcans.

Ces observations ébranlaient la théorie du soulèvement des montagnes, si elles ne la minaient pas; car, si les matières volcaniques n'ont pas soulevé les terrains, pour produire des cônes et des cratères, on peut d'autant moins soutenir que les granits et les porphyres, qui constituent nos montagnes, ont été soulevés, que leur saillie au-dessus du sol et le redressement des couches sédimenteuses s'expliqueraient beaucoup mieux par des affaissements, ce que l'on n'a jamais pu dire des montagnes volcaniques. Aussi l'hypothèse des montagnes de soulèvement a-t-elle toujours eu moins de partisans que celle des cratères de soulèvement, dont la fausseté est cependant si clairement démontrée.

Il est, d'ailleurs, bien remarquable que la contraction du noyau central, d'où l'on fait sortir les montagnes, peut bien produire des affaissements, mais non pas de *véritables soulèvements*. Si la masse intérieure de la terre augmentait de volume, elle pourrait briser et soulever son enveloppe devenue trop étroite pour continuer de l'embrasser totalement. Mais c'est le contraire qui doit arriver, d'après la théorie du refroidissement graduel de la température terrestre; la masse planétaire se contracte, et, en diminuant de volume, elle laisse entre elle et son enveloppe des vides sur lesquels celle-ci s'abaisse naturellement, et il en résulte à la surface des plissements, des ondulations, des solutions de continuité, et, par suite des abaissements, des redressements par mouvement de bascule. Ainsi l'hypothèse du soulèvement paraît contredire celle du refroidissement de la terre, qu'on a voulu cependant lui donner pour appui.

En outre, nous ne voyons point dans la nature cet agent capable de soulever à de si grandes hauteurs des portions du globe aussi considérables que les montagnes. Nous ne voyons pas non plus qu'en aucun lieu du monde il se soit ainsi élevé de nouvelles montagnes, depuis que l'homme recueille des observations. Des exemples de terrains soulevés à quelques pieds au-dessus du sol par la violence des volcans et des tremblements de terre, ne prouvent rien; il y a trop loin de là aux grandes chaînes des Alpes et de Cordillières, et aux pics du Thibet.

On se demande comment cette force soulevante a pu faire saillir sur une même ligne si courte des parties parallèles en aussi grand nombre que celles qui forment, par exemple, la chaîne du Jura; comment la même action aurait, au même instant, produit des montagnes séparées par d'immenses intervalles, et n'aurait pas soulevé, en même temps, tous leurs chaînons contigus; comment, par exemple, une partie des Alpes ne formerait qu'un même système avec les montagnes qui bornent, au nord, les plaines de la Perse et du Bengale, dont une direction à peu près semblable serait toute la preuve de leur apparition simultanée, tandis que l'autre partie de la chaîne des Alpes aurait été soulevée à une autre époque.

On ne conçoit pas mieux comment une commotion assez forte et assez violente pour soulever instantanément des montagnes, n'a pas précipité les dépôts sédimenteux qui reposent sur leurs flancs et n'a pas chassé les blocs de roches qui reposent souvent sur ces dépôts; comment des dépôts solides et peu adhérents au sol ont pu, sans se briser, être relevés brusquement à deux ou trois mille mètres, comme l'aurait été, par exemple, la couche crétacée, mince et fossilifère qui de la vallée du Reposoir s'élève à la crête de Fis, à 2,700 mètres de haut.

Le système a été pris en défaut sur les faits mêmes qui lui servent de base. Le parallélisme ne saurait, en effet, prouver l'âge relatif du redressement des couches. Des observations faites en Angleterre ont montré que des redressements de terrains peu éloignés les uns des autres, et suivant la même direction, ont eu lieu à des époques différentes, et que des redressements qui suivent une direction différente peuvent avoir été produits

à une même époque. D'après la disposition et les redressements des dépôts secondaires de la vallée du Rhin, il faudrait, selon la théorie, admettre pour cette seule vallée deux époques de soulèvement, l'une pour la rive gauche, l'autre pour la rive droite, résultat contradictoire avec le principe invoqué que toutes les dislocations parallèles sont de même âge.

Les adversaires des soulèvements veulent que les montagnes aient été produites par un affaissement du sol, qui, lui imprimant un mouvement de bascule, aurait abaissé une ligne par l'une de ses extrémités en la relevant ou paraissant la relever par l'extrémité opposée. La même cause de dislocation par affaissement aurait produit les vallées de dislocation.

Ces deux théories, celle du soulèvement et celle de l'affaissement, sont en présence ; si la seconde paraît plus rationnelle, et si même M. de Beaumont, qui est loin d'avoir donné à sa théorie l'exagération que lui ont donnée quelques adhérents qui ne l'ont peut-être pas assez bien saisie, en admet plusieurs nuances, elle n'est pourtant pas complétement incontestée. Mais de quelque façon que le procès soit jugé, le fait fondamental de la production de certaines montagnes à dépôts stratifiés et des vallées de dislocations n'en demeure pas moins admis par tous ; et cela suffit pour rendre compte du gros des phénomènes. Mais aussi on ne peut plus s'appuyer sur la théorie des soulèvements pour déterminer les époques des révolutions du globe, ni par conséquent pour soutenir les destructions et créations successives, pas plus que la formation sur place des charbons de terre, comme on l'a prétendu en calculant les milliers d'années qu'une telle formation aurait demandées.

Triste destinée des systèmes et instructive leçon pour les défenseurs de la Genèse ! Si nos traditions sacrées s'accordaient aujourd'hui avec les théories que nous venons d'analyser, elles paraîtraient inconciliables avec les faits de la science, car l'observation positive dément tous les résultats hypothétiques de ces théories, et confirme à peu près tous les faits admis par la science actuelle, sans en contredire aucun.

On comprendra maintenant comment les hypothèses des périodes indéterminées n'ont pu satisfaire à la solution des graves problèmes de la géologie, et pourquoi elles ont dû faire place à

d'autres hypothèses qui ne sont pas mieux appuyées. Nous voulons parler des systèmes des docteurs William Buckland (1) et Chalmers (2), deux savants distingués d'Angleterre; Buckland surtout a rendu de grands services à la géologie par ses travaux.

Ces deux savants n'ont point prétendu faire une théorie, mais bien trouver un système de conciliation entre le récit de Moïse et l'ensemble des phénomènes géologiques. Persuadés d'une part que ces phénomènes n'ont pu s'accomplir que dans une durée de périodes immenses en étendue, et convaincus d'autre part que le temps assigné par Moïse n'a pas suffi pour former depuis l'époque des six jours, toutes les couches stratifiées qui enveloppent la terre, les docteurs Buckland et Chalmers ont cherché dans la Genèse une interprétation qui levât toute difficulté. Le docteur Buckland examine et rejette toutes les autres hypothèses présentées dans le même but. Le déluge des livres sacrés n'explique ni les couches, ni les fossiles; il ne saurait admettre que ces couches aient été formées au fond des eaux dans l'intervalle qui s'est écoulé entre la création de l'homme et le déluge; le changement des six jours génésiaques en autant de périodes d'une grande étendue, changement auquel *la théologie et la philologie n'ont*, dit-il, *aucune objection solide à opposer*, ne s'accorde pas avec le fait géologique de la réunion des plantes et des animaux dans les couches les plus inférieures. D'ailleurs on demeurera convaincu qu'il est inutile, si l'hypothèse de nos deux savants anglais est démontrée.

D'après eux, le monde, dont Moïse nous a donné l'histoire, a été fait, en partie, avec les débris d'un ancien monde détruit; les premières paroles de Moïse : *Au commencement, Dieu créa le ciel et la terre*, établissent que le ciel, c'est-à-dire le soleil, les étoiles et les planètes, et la terre ont été créés par Dieu, sans limiter la durée dans laquelle s'est exercée son action créatrice. Or, disent nos auteurs, entre cette première création sur laquelle l'historien sacré a gardé le silence le plus absolu, parce qu'elle était étrangère à l'histoire de la race humaine, et la

(1) *La Géologie et la Minéralogie dans leurs rapports avec la Théologie naturelle.*

(2) *Évidence de la révélation chrétienne.*

création qui commence au second verset, il a pu s'écouler des millions de millions d'années. C'est dans cet intervalle d'une durée indéfinie, que l'on doit placer toutes les révolutions physiques qui ont détruit les fossiles, formé les couches de l'écorce du globe, et opéré tous les changements dont la géologie a retrouvé les traces; les corps célestes n'avaient pas été atteints par ces épouvantables catastrophes qui changèrent l'ancien état de la terre, et le Créateur s'en servit en réorganisant cette planète pour en faire la demeure de l'homme.

En conséquence, il ne faut pas entendre dans le sens d'une création proprement dite les textes qui concernent les astres, la lune et le soleil, car ces corps ne furent point appelés à exister pour la première fois, le quatrième jour ; mais à cette époque, le Créateur les adapta spécialement à certaines fonctions d'une grande importance pour l'homme. Leur création véritable est comprise dans ces mots : *Au commencement, Dieu créa le ciel et la terre;* notre planète étant ainsi l'objet d'une désignation spéciale, parce qu'elle est le théâtre où vont se passer tous les événements de l'histoire des six jours.

Tel est le système d'interprétation adopté par MM. Buckland et Chalmers et que, chez nous, quelques écrivains catholiques ont copié et mis en avant sans discussion, sans examen, sans étude de la science, uniquement parce qu'il leur paraissait plus commode.

Si nous demandons à ces partisans quels rapports peuvent exister entre leur monde hypothétique et les phénomènes de l'écorce du globe; ils répondent que la conformation extraordinaire des os, des dents ou des coquilles des animaux fossiles, la taille gigantesque de quelques-uns, montrent qu'ils ne sont pas la souche des races actuelles, dont ils diffèrent pour la plupart essentiellement, et qu'ils n'ont point fait partie de la création mosaïque, à laquelle appartiennent toutes les espèces vivantes; et quand il serait vrai, ajoutent-ils, qu'un certain nombre d'espèces animales et végétales fossiles fussent identiques avec des espèces existantes, cela ne prouverait rien contre notre conclusion générale, parce que Dieu a pu reproduire quelques-unes des espèces qu'il avait anéanties : il suffit donc que la majorité des espèces fossiles ne se rencontre pas sur

notre globe, et que la majorité des espèces vivantes n'existe pas parmi les fossiles. Si l'enfouissement des fossiles n'était pas antérieur à l'arrivée de l'homme sur la terre, pourquoi ni ses débris ni les ouvrages de sa main ne se rencontreraient-ils jamais parmi cette quantité innombrable d'animaux terrestres, fluviatiles et marins? Toutes ces dépouilles ensevelies à de si grandes profondeurs viennent des plantes et des animaux du monde primitif, dont la température, différente de celle du monde actuel, donnait lieu à des espèces différentes des nôtres et pouvait les propager sur des points du globe où elles ne subsisteraient pas aujourd'hui. — Mais le principal avantage de ce système est d'ouvrir devant la géologie des espaces de temps illimités. Il ne faut plus se plaindre que la chronologie sacrée a fait la terre trop jeune; la terre a existé longtemps avant l'ère humaine, et l'on peut lui donner autant de siècles d'existence que l'on voudra.

Si, comme le supposent les inventeurs de ce système d'exégèse biblique, il était démontré sans retour que les temps exigés par les phénomènes géologiques excèdent les bornes de la chronologie de Moïse, il y aurait nécessité véritable à rechercher dans la Genèse un texte qui conciliât la science avec la révélation, et cette recherche ne serait pas vaine, car la vérité ne peut pas être opposée à elle-même, et la science, telle que nous la comprenons, est tout aussi vraie que la révélation. Mais encore faudrait-il que le fait révélé qui résulterait de cette interprétation nouvelle du texte saint s'accordât parfaitement d'une part avec le reste des faits révélés, et de l'autre avec les faits certains de la science; or, il est aisé de montrer que l'interprétation proposée par MM. Buckland et Chalmers est bien éloignée de réunir ces deux conditions. La science ne saurait s'en accommoder, et la Genèse la repousse invinciblement.

D'abord, la supposition que la lumière et tous les corps sidéraux existaient avant l'œuvre des six jours est, non-seulement gratuite en elle-même, mais encore elle entraîne des altérations profondes dans la signification naturelle des mots et un changement complet dans l'esprit général des textes de la Genèse. Ce n'est plus l'histoire de la création du monde que Moïse nous y raconte, c'est l'histoire de sa réorganisation.

Ces expressions si simples et si fortes de l'hébreu : *Sit lux et fuit lux, sit firmamentum, sint luminaria... et posuit ea in firmamento cœli, etc.*, ne signifient plus la création de ce qui n'était pas, comme l'avaient cru tous ceux qui n'ont cherché dans la Genèse que ce qui s'y trouve, sans se préoccuper des systèmes de leur temps; elles indiquent simplement les relations nouvelles que le Créateur établit entre les différents corps de notre système planétaire, et encore ces relations furent-elles les effets des lois naturelles, et non la production immédiate de la volonté du Tout-Puissant. — Nous ne nous arrêterons pas à réfuter l'interprétation arbitraire par laquelle ces auteurs changent la signification naturelle des textes et même des expressions les plus précises, et rendent ainsi inintelligible et fabuleux le récit si simple et si vrai de Moïse.

Au point de vue de la science, ce système n'est pas plus admissible. En effet, de deux choses l'une : ou les causes qui agissaient dans le premier monde différaient de celles qui agissent dans le second; ou elles étaient les mêmes.

Si elles différaient, elles devaient agir différemment; soumis à des lois différentes et séparés par une sorte de chaos, les deux ordres de choses devraient se distinguer par la différence de leurs produits au-dessous et au-dessus du point où le chaos aurait passé. Il n'en est rien pourtant, et, d'un bout à l'autre de la série des terrains, les mêmes effets attestent l'action continue des mêmes causes et des mêmes lois qui agissent encore sous nos yeux.

Nos auteurs doivent donc reconnaître que leur monde antégénésiaque ne différait pas essentiellement du nôtre; mais dans ce second cas, où trouveront-ils la preuve de l'ancienne existence de ce premier monde?

Est-ce dans la conformation extraordinaire des espèces détruites? Mais ces formes appartenaient à la même série que les formes actuelles, et ne sont pas plus inusitées que celles de certaines espèces vivantes. Mais les plus remarquables de ces espèces détruites, telles que le mastodonte, le tétracolodon, le dinotherium, le coclodon, l'hoplophorus, le chlamidotherium, le megatherium, etc., au lieu d'occuper les couches les plus profondes, les couches présumées de l'ancien monde, ne se

trouvent en général que dans les terrains tertiaires assez superficiels; elles y sont associées à des espèces vivantes, et même à des débris humains, et les restes de notre espèce se rencontrent au-dessous dans des couches beaucoup plus profondes. Il est donc évident que toutes ces espèces appartiennent à notre monde et non pas au monde antégénésiaque.

Si ce monde ne nous a pas laissé de traces de sa vie, il aurait dû nous en laisser de sa ruine et de sa mort, car nos savants anglais sont obligés de supposer qu'il a été détruit, et qu'à cette époque il y a eu abrogation ou suspension temporaire des lois de la nature. Ici nous retombons dans ces hypothèses de catastrophes et de destructions générales, auxquelles tous les faits sont opposés, et que nous avons déjà en partie réfutées.

Si ce monde avait été détruit, et que la terre eût perdu toutes ses plantes et tous ses animaux, il y aurait des couches sans fossiles au-dessus de celles où seraient ensevelies les espèces antégénésiaques; or, il est prouvé que tous les dépôts contiennent plus ou moins de fossiles, mais qu'ils en renferment.

Si les lois de la nature avaient été suspendues ou abrogées, et que, par conséquent, l'action des causes secondaires eût cessé, il y aurait solution de continuité entre les derniers dépôts antégénésiaques et les premiers du second monde : or, partout où les terrains sont placés en superposition, ils s'enchevêtrent tellement les uns dans les autres, qu'il est clair qu'ils ont tous été formés sans interruption, dans le même bassin.

Enfin, si les espèces des deux règnes dont on retrouve les débris dans les anciennes couches du sol, avaient péri par suite de catastrophes épouvantables, résultat nécessaire de la destruction ou de la suspension des lois naturelles, le point des terrains correspondant à l'époque de ces changements formerait la limite des deux mondes; les fossiles des couches inférieures à ce point devraient contraster, par leur physionomie, avec les fossiles des couches supérieures à ce même point : or, partout les fossiles se nuancent dans leur succession, en quelque sorte comme les substances des roches elles-mêmes; ils sont groupés par genres, par familles, et l'on ne passe point tout-à-coup d'un ordre d'animaux ou de plantes à un autre ordre très-différent.

Le système de la création antégénésiaque est donc de tout point incompatible avec tous les faits de l'observation positive; il n'explique rien de ce qu'il prétend expliquer, il est en contradiction d'ailleurs avec le texte sacré qu'il prétend appuyer. Il est donc nul sous tous les rapports.

En voyant ainsi tous les systèmes se succéder les uns aux autres dans l'essai de toutes les hypothèses imaginables, sans pouvoir arriver à rien établir de satisfaisant pour la science, ni d'accord avec l'Écriture, on ne peut s'empêcher d'en tirer la conséquence que tant d'hypothèses démontrent par leur impuissance, c'est que les dogmes révélés étant des vérités absolues, ils ne peuvent avoir rien de commun avec des systèmes sans base et qui voudraient les expliquer à leur façon.

L'absolu est tout un; on ne peut le scinder, ni l'accepter en partie pour rejeter le reste. Scinder la vérité absolue, c'est la nier; le dogme de la création est une de ces vérités; il faut l'accepter tel qu'il est révélé ou le rejeter; il n'y a pas d'accord mitoyen possible, il n'y a pas à transiger. Cette conséquence nous paraît historiquement démontrée. Le texte de Moïse qui nous révèle ce dogme n'a réellement pas grand rapport avec les détails des faits et des phénomènes géologiques, nous espérons le prouver; comment se fait-il donc que tant d'écrivains catholiques se soient mépris à ce point de vouloir chercher un accord entre le texte sacré et les systèmes divers qui se sont succédé? S'ils avaient cherché cet accord entre le texte divin et la science générale des êtres, et, par conséquent, la géologie positive dans ses rapports avec les autres sciences et les lois harmoniques des êtres; cet accord, ils l'auraient trouvé, car il doit exister, puisque les sciences positives conçues dans leur vraie nature sont des vérités et que le texte est aussi vérité. Mais les sciences ainsi conçues sont démontrables et non de simples hypothèses. Or, on saisit toujours facilement une hypothèse; elle sourit à l'imagination, tandis que pour arriver à la science il faut un travail long et souvent pénible, et la plupart des hommes aiment mieux accepter un travail tout fait que de l'entreprendre; ils préfèrent même l'accepter de confiance que de le vérifier par un contrôle qu'il leur serait d'ailleurs souvent impossible de faire. C'est pour cela qu''il y a tant d'hommes à

jurer sur la parole du maître; et telle est aussi l'une des principales causes de la méprise des écrivains catholiques sur les questions scientifiques dans leur rapport avec le dogme chrétien. Jusqu'à l'époque de la Réforme le texte des premiers chapitres de la Genèse avait toujours été entendu, dans l'Église, dans le sens littéral le plus rigoureux, comme enseignant d'une manière nette et précise la création du monde et de tous les êtres qu'il renferme par la parole toute-puissante de Dieu; tous les Pères et les théologiens y avaient lu que Dieu, non-seulement avait créé, mais encore coordonné l'ensemble et les détails; tous avaient vu dans les six jours des jours naturels comme les donne Moïse.

Ce fut donc au sein de la Réforme que, partant du principe de l'indépendance dogmatique de la raison, quelques théologues naturalistes du XVIIe siècle commencèrent à émettre une nouvelle interprétation du texte de Moïse; ils ne voulurent voir dans la création telle qu'il la raconte que les causes et les agents naturels organisant tous les êtres et coordonnant l'ensemble harmonique de l'univers. La géologie commençait à poindre, et dans le chaos de ses commencements elle se prêta facilement à tout ce qu'ils voulurent lui faire dire. Cette tendance passa dans le philosophisme du dernier siècle, qui osa même aller plus loin; les excès de ce dernier portèrent quelques théologiens à accepter, comme très-heureux, l'appui scientifique en apparence que leur offraient les théologues naturalistes de la Réforme; dans leurs écrits et leurs discours, ils firent des concessions dont ils ne comprirent pas la portée, parce qu'ils n'avaient pas étudié les sciences des êtres physiques, et que d'ailleurs la direction de celles-ci était en grande partie hostile. Au lieu d'étudier ces sciences par eux-mêmes, ils se crurent très-heureux de pouvoir profiter de ce qu'on appelait des aveux forcés de la science; lambeaux insignifiants qui se trouvaient anéantis par l'ensemble de la direction antithéiste. Les choses en étaient là quand le silence des ruines pesa, en France et dans une grande partie de l'Europe, sur les intelligences, la science et la religion.

Le règne de l'Empire allait se terminer, sous lui les études avaient repris et la religion avait en partie renoué sa chaîne. Mais la direction scientifique était toujours irréligieuse, et les

...seurs nés de la loi morale avaient déjà trop à faire de ...illir et restaurer les derniers débris de la ruine. La Res...tion vint, et ici nous n'entendons pas seulement le gou...ment d'alors, mais tout l'état de choses de la nation entière ... les points de vue, administratif, intellectuel, scientifi... religieux ; la Restauration ainsi entendue vint donc avec ...écisions et ses oscillations de toutes sortes, qui enfan... la gêne d'une guerre sourde. Alors un homme égale...ment placé dans la science et la politique apparut, tenant ... de la première appuyées sur le timon de la seconde ; ...r cela même Cuvier résuma en lui et autour de sa per... tout le lustre, toute la valeur de l'opinion scientifique ... Il s'en servit pour donner à la science des êtres natu... ...e impulsion dont on doit lui rendre hommage. S'il ...ipa dans la science même à l'état d'oscillation de son ..., il subissait la loi que subit tout homme à une époque ...que ; vouloir le nier, c'est nier l'histoire de l'esprit ... en dépouillant de sa vraie nature d'homme celui qu'on ...drait élever par une telle négation.

... sous l'influence d'une telle époque que le talent de ...borda la géologie, et nous ne revenons pas sur la ma...ont il l'envisagea. Mais une chose importante à signaler ...est qu'il reprit, sciemment ou à son insu, la direction ...Woodward, des Deluc, des théologues naturalistes de la ...me, en cherchant à l'accorder avec la tendance de son épo... ; c'était toujours subir la loi du mouvement de l'esprit ...in. Dès-lors quelques phrases sorties de sa plume de...ent d'imposantes autorités dont se trouvèrent heureux les ...logiens qui, comme le siècle, oscillaient aussi et n'avaient ... le loisir d'approfondir. C'est ainsi que, dans *le discours ...minaire de ses recherches sur les ossements fossiles des qua...pèdes,* Cuvier s'exprime (p. 110 ou 138, selon l'édition) : « Je pense donc avec MM. Deluc et Dolomieu, que, s'il y a « quelque chose de constant en géologie, c'est que la surface « de notre globe a été la victime d'une grande et subite révo« lution, dont la date ne peut remonter au-delà de cinq ou six « mille ans... » Cette conclusion, répétée dans la chaire chré...tienne, à Saint-Sulpice, par l'illustre créateur des conférences,

M. Frayssinous, dans un discours d'ailleurs solide et rem quable sur le déluge, et redite ensuite dans une foule de cueils et de compilations, a concilié à Cuvier la première fiance des théologiens.

Dans le même discours, M. Frayssinous consacre tout le tème géologique de Cuvier en ces termes : « Si l'on rega » chacun des jours de la création comme une époque indé » minée, qui peut savoir quelles modifications, quelles va » tions la terre a subies dans ces premiers temps? » Ces pressions dubitatives ne préjugeaient rien, il est vrai; mais intelligences de second et de troisième ordre acceptent de t choses comme des vérités désormais incontestables, parce qu' sont appuyées sur l'autorité de deux noms illustrés co ceux de Frayssinous et de Cuvier; et c'est ce qui arriva : le tème des périodes indéterminées devint le dogme de tous journaux, de toutes les revues dites catholiques, qui l'exp tèrent longtemps comme une mine féconde ; de là il p dans les ouvrages d'écrivains catholiques, animés d'excelle intentions; alors journaux, revues, livres pullulèrent à l' pour rendre un culte au système devenu leur idole; cha sur cette base, exerça son imagination à torturer le text Moïse pour y trouver ce qui n'y est pas, et à saisir quel lambeaux de faits géologiques pour corroborer l'accord veilleux des *Six époques* de Moïse avec les couches du gl Chaque nouvelle empreinte, chaque nouveau fossile qu'on t vait dans les assises du sol, était une démonstration qui fai tressaillir de joie et se pâmer d'ébahissement tous ces zélés fenseurs de la révélation, qui descendaient en esprit dans profondeurs du sol pour y contempler les diverses assises d ils n'avaient pas la plus légère notion, et pour y compter fossiles sans savoir ce que c'était. La plupart de ces fais d'articles et de volumes n'avaient aucune notion des scien naturelles, ils n'avaient même pas souvent lu les ouvrages d ils embrassaient les doctrines, ou bien ils les avaient lus sa pouvoir les comprendre. Faut-il s'étonner maintenant de ren- contrer dans presque tous ces écrits, les principes scientifiques les plus déplorables, acceptés comme des vérités; tels que, pa exemple, le principe panthéiste matérialiste de la transforma-

des espèces animales et végétales; principe qui nie direc-
nt la création des espèces, et dont la conséquence rigou-
fait naître l'espèce humaine d'une huître ou d'une épon-
n passant par le singe. Nous serions trop prolixes si nous
ons relever toutes les bévues de ce genre, commises par
mmes dont le tort a été d'écrire sur des matières qu'ils
ient point étudiées. Cependant leurs ouvrages ont quel-
is reçu la sanction d'autorités trop respectables pour se
romettre ainsi; ils ont été et sont encore accueillis du
; croyant et malheureusement du clergé laborieux, qui
à les lire un temps qui serait mieux consacré à l'étude
science ainsi travestie. Bien plus, ces écrits ont fait inva-
ans le domaine de l'enseignement, et leurs doctrines sont
s dans des ouvrages spéciaux de théologie scolastique.
s on ne s'est pas contenté de travestir ainsi la science, de
er le texte sacré; on a cherché des appuis dans les Pères de
e, comme s'ils pouvaient être juges d'une doctrine et d'une
e qu'ils n'ont jamais connues, ni pu connaître, puisqu'el-
taient pas nées. Malgré eux on a forcé à parler les Pères
quels on a pu surprendre quelques expressions vagues,
ent détournées de leur sens véritable. C'est ainsi que,
Augustin ayant dit que la nature des six jours était dif-
à comprendre; qu'ils n'avaient pas été, comme nos jours,
és par le mouvement du soleil; on n'en a pas demandé
tage; on n'a même pas voulu achever les phrases où l'on
t vu que saint Augustin professait formellement que toute
ation avait été faite en même temps, *simul creata sunt*
; et qu'il fallait entendre mystiquement les jours des de-
le la connaissance angélique. Malgré cela, le système de
ation par époques indéterminées, a dû, d'après ces écri-
, reconnaître pour premier appui l'imposante autorité
nt Augustin, qui enseigne tout le contraire.
aut donc le reconnaître, puisque cela est historiquement
é, ce système d'interprétation géologique de la Genèse,
velé du panthéisme antique et des cosmogonies païennes,
naissance dans l'indépendance dogmatique de la raison
n de la Réforme; c'est le premier point de départ du na-
sme et du mythisme allemand, et les écrivains dont nous

venons d'exposer l'histoire n'ont logiquement fait que travaillé dans le même sens.

Cependant la ferveur, j'allais dire la fureur, d'un tel prosélytisme a été poussée si loin qu'on a traité d'impie quiconque osé s'élever en faveur du bon sens et du texte de Moïse. Il vrai que les premières réclamations ne partirent pas du clergé. Des journaux sérieux, quoique trop libres penseurs, démontrent avec vigueur qu'une telle direction était contraire à philologie, à la grammaire ; qu'elle faisait du texte de Moïse un non-sens ; qu'elle détruisait même son caractère inspiré, M. Letronne, ce critique si habile, fut, entre autres, l'un premiers à montrer toutes ces inconséquences ; il est bien comme il en convient lui-même, qu'il lui échappa quelques expressions mal sonnantes, sur lesquelles on se rejeta, considérer la valeur du fond. L'école propagatrice, sans le voir, de l'exegèse naturaliste, redoubla d'efforts pour défendre son idole ; on cria à l'impiété, parce que l'on ne tint compte que des allures de la source d'où partait la vraie critique qu'on ne se sentit pas capable, il faut le dire, d'apprécier force des raisons et la valeur du fond. Bien plus, car il est temps de tout révéler, lorsque des hommes également graves par croyance et leur science, des prêtres même aussi habiles logiens que géologues, ont présenté sur ces questions des vaux sérieux qui venaient contrarier et arrêter la ligne par les journaux, les revues et les livres *géologico-théologiques* les colonnes des journaux et des revues leur ont été fermées et leurs consciencieux travaux repoussés avec amertume, bien habilement arrêtés dans leur publication commencée. Nous pourrions citer à l'appui les travaux de plusieurs hommes, plusieurs prêtres même, ainsi étouffés.

Mais pendant que tant d'hommes aux intentions louables ont continué et continuent à perdre leur force pour étayer des hypothèses et des systèmes insoutenables, la science positive marché et continue de marcher, et ses conclusions sont loin d'être favorables aux hypothèses et aux systèmes.

LEÇON IX.

Au point où nous sommes arrivés de l'histoire de la géologie, nous aurions des volumes à écrire s'il fallait parler de tous les ouvrages spéciaux, généraux ou élémentaires qui ont été publiés, dans ces derniers temps, sur les questions géologiques. Mais on a dû comprendre que ce n'est pas l'histoire des livres et des auteurs que nous faisons, mais bien l'histoire des progrès de la géologie dans ses rapports avec l'interprétation de l'Écriture. Dès-lors nous n'avons dû nous arrêter que sur les hommes qui résument un progrès de la science, sur les chefs d'écoles, et sur les tendances qu'il importait de constater et de caractériser. C'est pour cela que nous ne parlerons pas encore des ouvrages nombreux, remarquables sous plus d'un rapport, publiés tant en France qu'à l'étranger dans ces derniers temps ; aussi n'avons-nous plus qu'une école à étudier, l'école positive, plus spécialement représentée, aujourd'hui en France, par M. Constant Prévost pour la géologie, et par M. de Blainville pour la paléontologie.

Un grand nombre de noms illustres viennent se joindre à celui de M. Prévost, tant en France qu'à l'étranger ; ainsi Lyell, en Angleterre, qui a même plus publié que M. C. Prévost, mais qui le reconnait pour son maître. M. Ami Boué en France, observateur infatigable, qui de tous les modernes a le plus et le mieux vu, parce qu'il s'est dégagé de tout esprit de système, et qu'il a fait de la géologie pour la géologie seule.

M. Constant Prévost a professé, il a formé des élèves qui ont adopté et suivi sa direction, en un mot, il est chef de l'école géologique actuelle, qui cherche à expliquer les effets anciens par les causes actuelles, le connu par l'inconnu.

Les travaux les plus importants de M. C. Prévost sont : 1° ses cours, dont la doctrine est passée dans un grand nombre

de publications de ses élèves; 2° il a publié *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires;* ce sont des dissertations géologiques lues à l'Académie des sciences, le 18 juin et le 2 juillet 1827; il y a joint de nombreux développements; 3° plusieurs mémoires à l'Académie, entre autres un mémoire qui résume en partie sa doctrine, lu le 14 avril 1845; 4° plusieurs articles dans les dictionnaires et les encyclopédies, entre autres les articles *Formation*, *Fossiles*, où il trace les règles de la nomenclature géologique en rapport avec les principes et les causes naturelles; 5° il n'est guère de points de la géologie sur lesquels M. Prévost n'ait jeté quelque jour.

Nous devons donc voir dans M. C. Prévost le continuateur de la géologie, dans la voie positive où Buffon, dans sa Théorie de la terre, et Pallas l'avaient introduite, où de Lamétherie, de Lamarck et plusieurs autres l'ont continuée. Voilà l'enchaînement logique du progrès; aussi, dès ses premiers travaux, M. C. Prévost se trouva-t-il, par sa direction même, en opposition avec l'école de Cuvier; ses *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires* ne sont même qu'une réfutation solide du système des irruptions itératives de la mer.

Sur la foi de savants distingués, le vulgaire avait admis que les pays aujourd'hui habités, ont été plusieurs fois repris et laissés par les mers, et tour à tour habités par plusieurs générations d'animaux, détruits successivement par chaque révolution des mers. Ce système est appuyé sur l'appréciation du sol parisien.

Mais fondé sur un bien plus grand nombre de faits observés, non-seulement aux environs de Paris, mais encore en France, en Allemagne et en Angleterre, M. C. Prévost réfute victorieusement un tel système, en opposition, comme il le dit fort bien, et comme l'avait dit de Lamétherie, avec les lois générales de la physique.

De Lamarck avait posé le principe de la distinction des coquilles d'eau douce et des coquilles marines, appliqué à la géologie. Ce principe fécondé par l'observation a conduit l'étude plus approfondie des fossiles à reconnaître trois modes de formations dans les roches de sédiment, que M. Prévost caractérise ainsi :

1° Les dépôts essentiellement marins ou pélagiens, qui ne contiennent que des débris d'animaux marins;

2° Les dépôts d'eau douce ou lacustres, qui ne renferment que des coquilles d'eau douce, des animaux et des plantes terrestres ou d'eau douce; le calcaire marneux de l'Auvergne, les meulières des environs de Paris, les marnes compactes d'Écosse;

3° Les dépôts mixtes, qui offrent des mélanges de mollusques marins et d'eau douce, de végétaux et d'animaux terrestres, etc., et dont les caractères minéralogiques ne sont exclusivement ni ceux des sédiments lacustres proprement dits, ni ceux des dépôts essentiellement marins. Ces dépôts mixtes sont quelquefois un amalgame de sédiments différents, précipités en même temps par des eaux de nature diverse, confondues dans un même bassin. — Tels sont les argiles, les sables, les marnes, les silex, certains calcaires compactes, le calcaire de Sergy, le gypse de la Hutte-au-Garde.

Ce sont aussi des atterrissements déposés par les eaux des fleuves soit à leur embouchure, soit sur le fond plus ou moins éloigné de la mer; tels que sont presque tous les terrains de houille et de lignite, la plupart des couches argileuses qui supportent le calcaire oolitique, ou le partagent en plusieurs systèmes dans quelques localités, le lias, l'argile d'Oxfort, celle du cap la Hève, le calcaire de Purbeck, les sables ferrugineux et les argiles de Weald, les argiles plastiques, le gypse à ossements et les marnes, argiles et sables à lignite qui le précèdent, l'accompagnent, le surmontent.

On ne peut objecter les coquillages et les os bien entiers et bien conservés pour affirmer qu'ils ont vécu sur place et n'ont point été transportés; parce que 1° parmi les débris de coquilles il y en a de parfaitement entières; 2° il y a des coquilles terrestres très-entières aussi bien que des coquilles marines ensemble, et les unes ou les autres ont été nécessairement transportés.

Cependant l'alternance plusieurs fois répétée de sédiments marins et de sédiments d'eau douce, dans le bassin de Paris, porta MM. Cuvier et Brongniart à expliquer ce phénomène par des irruptions et des retraites itératives de la mer, sur le même point, qui aurait été ainsi successivement inondé et habité à

plusieurs reprises. Ce système fut ardemment saisi et embrassé par une jeune école, il fut appliqué à tous les terrains, et, ainsi généralisé, il prévalut comme la seule théorie géologique admissible.

Cependant M. C. Prévost démontre que l'étude des terrains de Paris eux-mêmes ne permet pas d'accepter cette théorie: 1° parce qu'on trouve dans les mêmes couches, et souvent dans le même échantillon, des coquilles marines et d'eau douce avec des ossements de mammifères terrestres; tandis qu'ailleurs on trouve au même niveau ou exclusivement des coquilles marines, ou exclusivement des coquilles d'eau douce. Ce qui prouve qu'au même niveau, il se formait dans les mêmes lieux des dépôts d'eau douce en même temps qu'il se déposait des sédiments marins.

2° Les mêmes dépôts minéralogiques contiennent alternativement des fossiles marins et des fossiles d'eau douce; ce qui prouve qu'ils ont été déposés par une cause continue et que les fossiles alternaient à de courts intervalles.

3° Les faits de gisement et les analogies prouvent que les fossiles terrestres et d'eau douce ont été apportés et déposés dans un vaste golfe à l'embouchure d'un grand fleuve, par un courant continental qu'alimentaient les hautes régions, situées à l'est et au sud-est de Paris, et où vivaient les races nombreuses dont les restes sont devenus fossiles.

4° La série des dépôts marneux, argileux, calcaires et gypseux, offre tous les caractères d'un transport périodique et quelquefois intermittent.

5° M. Prévost démontre par le passage insensible des couches marines aux couches d'eau douce, par l'oscillation et l'emboîtement des couches superposées, que les dépôts ont été faits sans interruption dans un même bassin.

6° La comparaison du sol soissonnais avec celui de Paris, démontre l'impossibilité du système des irruptions itératives.

Enfin, M. Prévost parcourt les autres appuis de ce système, et démontre que, ni les tiges verticales de végétaux terrestres dans les houillères, ni les roches percées par les phollades, ni les ossements des cavernes, etc., ne peuvent l'étayer.

De ce travail important de M. Prévost, ressortent plusieurs

conclusions que nous considérons avec lui comme bases de la géologie zoologique et philosophique ; c'est que, 1° : *Les fossiles terrestres, comme les fossiles d'eau douce et marins, sont les vestiges des seuls corps organisés qui, par des circonstances locales, ont pu être recouverts, dans le sein des eaux, par des sédiments ;*

2° Que *les fossiles terrestres ne peuvent donner qu'une idée approximative de l'ensemble des animaux et des plantes qui vivaient sur le trajet des eaux continentales courantes, ou sur les rivages des mers, et qu'ils ne peuvent nous faire connaître comment étaient peuplés l'intérieur des continents, les points élevés et les hautes montagnes ;*

3° Que *les dépôts successifs ont été formés d'une manière continue, périodique, à courts intervalles, et quelquefois intermittente.*

Ce sont là des principes importants pour la géologie positive.

L'*Essai* de M. Prévost, *sur la formation des terrains des environs de Paris*, est un bel exemple de l'application des causes actuelles à l'étiologie des effets anciens.

Nous passons à son mémoire du 14 avril 1845, où, à l'occasion d'un point important, le synchronisme des terrains, toute sa doctrine est résumée.

« Le synchronisme, dit-il, et la distribution, sur deux lignes parallèles, des formations ignées et des formations aqueuses, sont désormais fondés sur les observations aussi nombreuses que certaines d'un grand nombre de géologues.

» L'étude des phénomènes actuels et son application à l'explication des phénomènes anciens ont achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action synchronique, depuis les temps les plus reculés, des deux principales causes plutonienne et neptunienne. »

En faisant abstraction de la cause ignée, on voit que des dépôts synchroniques de formation neptunienne diffèrent par leur nature, leur étendue, des fossiles qu'ils renferment, selon que ces dépôts ont été produits sous des eaux douces ou sous des eaux marines, et selon diverses circonstances secondaires. D'un autre côté, on conçoit que des dépôts, presque sous tous les rapports semblables, peuvent avoir été formés à des inter-

M. Frayssinous, dans un discours d'ailleurs solide et remarquable sur le déluge, et redite ensuite dans une foule de recueils et de compilations, a concilié à Cuvier la première confiance des théologiens.

Dans le même discours, M. Frayssinous consacre tout le système géologique de Cuvier en ces termes : « Si l'on regarde » chacun des jours de la création comme une époque indéterminée, qui peut savoir quelles modifications, quelles variations la terre a subies dans ces premiers temps? » Ces expressions dubitatives ne préjugeaient rien, il est vrai ; mais les intelligences de second et de troisième ordre acceptent de telles choses comme des vérités désormais incontestables, parce qu'elles sont appuyées sur l'autorité de deux noms illustrés comme ceux de Frayssinous et de Cuvier ; et c'est ce qui arriva : le système des périodes indéterminées devint le dogme de tous les journaux, de toutes les revues dites catholiques, qui l'exploitèrent longtemps comme une mine féconde ; de là il passa dans les ouvrages d'écrivains catholiques, animés d'excellentes intentions ; alors journaux, revues, livres pullulèrent à l'envi pour rendre un culte au système devenu leur idole ; chacun, sur cette base, exerça son imagination à torturer le texte de Moïse pour y trouver ce qui n'y est pas, et à saisir quelques lambeaux de faits géologiques pour corroborer l'accord merveilleux des *Six époques* de Moïse avec les couches du globe. Chaque nouvelle empreinte, chaque nouveau fossile qu'on trouvait dans les assises du sol, était une démonstration qui faisait tressaillir de joie et se pâmer d'ébahissement tous ces zélés défenseurs de la révélation, qui descendaient en esprit dans les profondeurs du sol pour y contempler les diverses assises dont ils n'avaient pas la plus légère notion, et pour y compter les fossiles sans savoir ce que c'était. La plupart de ces faiseurs d'articles et de volumes n'avaient aucune notion des sciences naturelles, ils n'avaient même pas souvent lu les ouvrages dont ils embrassaient les doctrines, ou bien ils les avaient lus sans pouvoir les comprendre. Faut-il s'étonner maintenant de rencontrer dans presque tous ces écrits, les principes scientifiques les plus déplorables, acceptés comme des vérités ; tels que, par exemple, le principe panthéiste matérialiste de la transforma-

n des espèces animales et végétales; principe qui nie directement la création des espèces, et dont la conséquence rigoureuse fait naître l'espèce humaine d'une huître ou d'une éponge, en passant par le singe. Nous serions trop prolixes si nous voulions relever toutes les bévues de ce genre, commises par les hommes dont le tort a été d'écrire sur des matières qu'ils n'avaient point étudiées. Cependant leurs ouvrages ont quelquefois reçu la sanction d'autorités trop respectables pour se compromettre ainsi; ils ont été et sont encore accueillis du blic croyant et malheureusement du clergé laborieux, qui à les lire un temps qui serait mieux consacré à l'étude la science ainsi travestie. Bien plus, ces écrits ont fait invadans le domaine de l'enseignement, et leurs doctrines sont ées dans des ouvrages spéciaux de théologie scolastique. Mais on ne s'est pas contenté de travestir ainsi la science, de turer le texte sacré; on a cherché des appuis dans les Pères de lise, comme s'ils pouvaient être juges d'une doctrine et d'une nce qu'ils n'ont jamais connues, ni pu connaître, puisqu'elles n'étaient pas nées. Malgré eux on a forcé à parler les Pères s lesquels on a pu surprendre quelques expressions vagues, ilement détournées de leur sens véritable. C'est ainsi que, t Augustin ayant dit que la nature des six jours était difle à comprendre; qu'ils n'avaient pas été, comme nos jours, rés par le mouvement du soleil; on n'en a pas demandé ntage; on n'a même pas voulu achever les phrases où l'on it vu que saint Augustin professait formellement que toute création avait été faite en même temps, *simul creata sunt ia;* et qu'il fallait entendre mystiquement les jours des de de la connaissance angélique. Malgré cela, le système de création par époques indéterminées, a dû, d'après ces écri, reconnaître pour premier appui l'imposante autorité int Augustin, qui enseigne tout le contraire.

Il faut donc le reconnaître, puisque cela est historiquement vé, ce système d'interprétation géologique de la Genèse, uvelé du panthéisme antique et des cosmogonies païennes, pris naissance dans l'indépendance dogmatique de la raison sein de la Réforme; c'est le premier point de départ du naralisme et du mythisme allemand, et les écrivains dont nous

venons d'exposer l'histoire n'ont logiquement fait que travailler dans le même sens.

Cependant la ferveur, j'allais dire la fureur, d'un tel prosélytisme a été poussée si loin qu'on a traité d'impie quiconque a osé s'élever en faveur du bon sens et du texte de Moïse. Il est vrai que les premières réclamations ne partirent pas du clergé. Des journaux sérieux, quoique trop libres penseurs, démontrèrent avec vigueur qu'une telle direction était contraire à la philologie, à la grammaire; qu'elle faisait du texte de Moïse un non-sens; qu'elle détruisait même son caractère inspiré, etc. M. Letronne, ce critique si habile, fut, entre autres, l'un des premiers à montrer toutes ces inconséquences; il est bien vrai, comme il en convient lui-même, qu'il lui échappa quelques expressions mal sonnantes, sur lesquelles on se rejeta, sans considérer la valeur du fond. L'école propagatrice, sans le savoir, de l'exegèse naturaliste, redoubla d'efforts pour défendre son idole; on cria à l'impiété, parce que l'on ne tint compte que des allures de la source d'où partait la vraie critique, et qu'on ne se sentit pas capable, il faut le dire, d'apprécier la force des raisons et la valeur du fond. Bien plus, car il est temps de tout révéler, lorsque des hommes également graves par leur croyance et leur science, des prêtres même aussi habiles théologiens que géologues, ont présenté sur ces questions des travaux sérieux qui venaient contrarier et arrêter la ligne suivie par les journaux, les revues et les livres *géologico-théologistes*, les colonnes des journaux et des revues leur ont été fermées et leurs consciencieux travaux repoussés avec amertume, ou bien habilement arrêtés dans leur publication commencée. Nous pourrions citer à l'appui les travaux de plusieurs hommes, de plusieurs prêtres même, ainsi étouffés.

Mais pendant que tant d'hommes aux intentions louables ont continué et continuent à perdre leur force pour étayer des hypothèses et des systèmes insoutenables, la science positive a marché et continue de marcher, et ses conclusions sont loin d'être favorables aux hypothèses et aux systèmes.

LEÇON IX.

Au point où nous sommes arrivés de l'histoire de la géologie, nous aurions des volumes à écrire s'il fallait parler de tous les ouvrages spéciaux, généraux ou élémentaires qui ont été publiés, dans ces derniers temps, sur les questions géologiques. Mais on a dû comprendre que ce n'est pas l'histoire des livres et des auteurs que nous faisons, mais bien l'histoire des progrès de la géologie dans ses rapports avec l'interprétation de l'Écriture. Dès-lors nous n'avons dû nous arrêter que sur les hommes qui résument un progrès de la science, sur les chefs d'écoles, et sur les tendances qu'il importait de constater et de caractériser. C'est pour cela que nous ne parlerons pas encore des ouvrages nombreux, remarquables sous plus d'un rapport, publiés tant en France qu'à l'étranger dans ces derniers temps ; aussi n'avons-nous plus qu'une école à étudier, l'école positive, plus spécialement représentée, aujourd'hui en France, par M. Constant Prévost pour la géologie, et par M. de Blainville pour la paléontologie.

Un grand nombre de noms illustres viennent se joindre à celui de M. Prévost, tant en France qu'à l'étranger ; ainsi Lyell, en Angleterre, qui a même plus publié que M. C. Prévost, mais qui le reconnaît pour son maître. M. Ami Boué en France, observateur infatigable, qui de tous les modernes a le plus et le mieux vu, parce qu'il s'est dégagé de tout esprit de système, et qu'il a fait de la géologie pour la géologie seule.

M. Constant Prévost a professé, il a formé des élèves qui ont adopté et suivi sa direction, en un mot, il est chef de l'école géologique actuelle, qui cherche à expliquer les effets anciens par les causes actuelles, le connu par l'inconnu.

Les travaux les plus importants de M. C. Prévost sont : 1° ses cours, dont la doctrine est passée dans un grand nombre

de publications de ses élèves; 2° il a publié *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires;* ce sont des dissertations géologiques lues à l'Académie des sciences, le 18 juin et le 2 juillet 1827; il y a joint de nombreux développements; 3° plusieurs mémoires à l'Académie, entre autres un mémoire qui résume en partie sa doctrine, lu le 14 avril 1845; 4° plusieurs articles dans les dictionnaires et les encyclopédies, entre autres les articles *Formation*, *Fossiles*, où il trace les règles de la nomenclature géologique en rapport avec les principes et les causes naturelles; 5° il n'est guère de points de la géologie sur lesquels M. Prévost n'ait jeté quelque jour.

Nous devons donc voir dans M. C. Prévost le continuateur de la géologie, dans la voie positive où Buffon, dans sa Théorie de la terre, et Pallas l'avaient introduite, où de Lamétherie, de Lamarck et plusieurs autres l'ont continuée. Voilà l'enchaînement logique du progrès; aussi, dès ses premiers travaux, M. C. Prévost se trouva-t-il, par sa direction même, en opposition avec l'école de Cuvier; ses *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires* ne sont même qu'une réfutation solide du système des irruptions itératives de la mer.

Sur la foi de savants distingués, le vulgaire avait admis que les pays aujourd'hui habités, ont été plusieurs fois repris et laissés par les mers, et tour à tour habités par plusieurs générations d'animaux, détruits successivement par chaque révolution des mers. Ce système est appuyé sur l'appréciation du sol parisien.

Mais fondé sur un bien plus grand nombre de faits observés non-seulement aux environs de Paris, mais encore en France, en Allemagne et en Angleterre, M. C. Prévost réfute victorieusement un tel système, en opposition, comme il le dit fort bien et comme l'avait dit de Lamétherie, avec les lois générales de la physique.

De Lamarck avait posé le principe de la distinction des coquilles d'eau douce et des coquilles marines, appliqué à la géologie. Ce principe fécondé par l'observation a conduit l'étude plus approfondie des fossiles à reconnaître trois modes de formations dans les roches de sédiment, que M. Prévost caractérise ainsi :

1° Les dépôts essentiellement marins ou pélagiens, qui ne contiennent que des débris d'animaux marins;

2° Les dépôts d'eau douce ou lacustres, qui ne renferment que des coquilles d'eau douce, des animaux et des plantes terrestres ou d'eau douce; le calcaire marneux de l'Auvergne, les meulières des environs de Paris, les marnes compactes d'Écosse;

3° Les dépôts mixtes, qui offrent des mélanges de mollusques marins et d'eau douce, de végétaux et d'animaux terrestres, etc., et dont les caractères minéralogiques ne sont exclusivement ni ceux des sédiments lacustres proprement dits, ni ceux des dépôts essentiellement marins. Ces dépôts mixtes sont quelquefois un amalgame de sédiments différents, précipités en même temps par des eaux de nature diverse, confondues dans un même bassin.— Tels sont les argiles, les sables, les marnes, les silex, certains calcaires compactes, le calcaire de Sergy, le gypse de la Hutte-au-Garde.

Ce sont aussi des atterrissements déposés par les eaux des fleuves soit à leur embouchure, soit sur le fond plus ou moins éloigné de la mer; tels que sont presque tous les terrains de houille et de lignite, la plupart des couches argileuses qui supportent le calcaire oolitique, ou le partagent en plusieurs systèmes dans quelques localités, le lias, l'argile d'Oxfort, celle du cap la Hève, le calcaire de Purbeck, les sables ferrugineux et les argiles de Weald, les argiles plastiques, le gypse à ossements et les marnes, argiles et sables à lignite qui le précèdent, l'accompagnent, le surmontent.

On ne peut objecter les coquillages et les os bien entiers et bien conservés pour affirmer qu'ils ont vécu sur place et n'ont point été transportés; parce que 1° parmi les débris de coquilles il y en a de parfaitement entières; 2° il y a des coquilles terrestres très-entières aussi bien que des coquilles marines ensemble, et les unes ou les autres ont été nécessairement transportés.

Cependant l'alternance plusieurs fois répétée de sédiments marins et de sédiments d'eau douce, dans le bassin de Paris, porta MM. Cuvier et Brongniart à expliquer ce phénomène par des irruptions et des retraites itératives de la mer, sur le même point, qui aurait été ainsi successivement inondé et habité à

plusieurs reprises. Ce système fut ardemment saisi et embrassé par une jeune école, il fut appliqué à tous les terrains, et, ainsi généralisé, il prévalut comme la seule théorie géologique admissible.

Cependant M. C. Prévost démontre que l'étude des terrains de Paris eux-mêmes ne permet pas d'accepter cette théorie; 1° parce qu'on trouve dans les mêmes couches, et souvent dans le même échantillon, des coquilles marines et d'eau douce avec des ossements de mammifères terrestres; tandis qu'ailleurs on trouve au même niveau ou exclusivement des coquilles marines, ou exclusivement des coquilles d'eau douce. Ce qui prouve qu'au même niveau, il se formait dans les mêmes lieux des dépôts d'eau douce en même temps qu'il se déposait des sédiments marins.

2° Les mêmes dépôts minéralogiques contiennent alternativement des fossiles marins et des fossiles d'eau douce; ce qui prouve qu'ils ont été déposés par une cause continue et que les fossiles alternaient à de courts intervalles.

3° Les faits de gisement et les analogies prouvent que les fossiles terrestres et d'eau douce ont été apportés et déposés dans un vaste golfe à l'embouchure d'un grand fleuve, par un courant continental qu'alimentaient les hautes régions, situées à l'est et au sud-est de Paris, et où vivaient les races nombreuses dont les restes sont devenus fossiles.

4° La série des dépôts marneux, argileux, calcaires et gypseux, offre tous les caractères d'un transport périodique et quelquefois intermittent.

5° M. Prévost démontre par le passage insensible des couches marines aux couches d'eau douce, par l'oscillation et l'emboîtement des couches superposées, que les dépôts ont été faits sans interruption dans un même bassin.

6° La comparaison du sol soissonnais avec celui de Paris, démontre l'impossibilité du système des irruptions itératives.

Enfin, M. Prévost parcourt les autres appuis de ce système, et démontre que, ni les tiges verticales de végétaux terrestres dans les houillères, ni les roches percées par les pholladès, ni les ossements des cavernes, etc., ne peuvent l'étayer.

De ce travail important de M. Prévost, ressortent plusieurs

conclusions que nous considérons avec lui comme bases de la géologie zoologique et philosophique ; c'est que, 1° : *Les fossiles terrestres, comme les fossiles d'eau douce et marins, sont les vestiges des seuls corps organisés qui, par des circonstances locales, ont pu être recouverts, dans le sein des eaux, par des sédiments ;*

2° Que *les fossiles terrestres ne peuvent donner qu'une idée approximative de l'ensemble des animaux et des plantes qui vivaient sur le trajet des eaux continentales courantes, ou sur les rivages des mers, et qu'ils ne peuvent nous faire connaître comment étaient peuplés l'intérieur des continents, les points élevés et les hautes montagnes ;*

3° Que *les dépôts successifs ont été formés d'une manière continue, périodique, à courts intervalles, et quelquefois intermittente.*

Ce sont là des principes importants pour la géologie positive.

L'*Essai* de M. Prévost, *sur la formation des terrains des environs de Paris*, est un bel exemple de l'application des causes actuelles à l'étiologie des effets anciens.

Nous passons à son mémoire du 14 avril 1845, où, à l'occasion d'un point important, le synchronisme des terrains, toute sa doctrine est résumée.

« Le synchronisme, dit-il, et la distribution, sur deux lignes parallèles, des formations ignées et des formations aqueuses, sont désormais fondés sur les observations aussi nombreuses que certaines d'un grand nombre de géologues.

» L'étude des phénomènes actuels et son application à l'explication des phénomènes anciens ont achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action synchronique, depuis les temps les plus reculés, des deux principales causes plutonienne et neptunienne. »

En faisant abstraction de la cause ignée, on voit que des dépôts synchroniques de formation neptunienne diffèrent par leur nature, leur étendue, des fossiles qu'ils renferment, selon que ces dépôts ont été produits sous des eaux douces ou sous des eaux marines, et selon diverses circonstances secondaires. D'un autre côté, on conçoit que des dépôts, presque sous tous les rapports semblables, peuvent avoir été formés à des inter-

M. Frayssinous, dans un discours d'ailleurs solide et remarquable sur le déluge, et redite ensuite dans une foule de recueils et de compilations, a concilié à Cuvier la première confiance des théologiens.

Dans le même discours, M. Frayssinous consacre tout le système géologique de Cuvier en ces termes : « Si l'on regarde » chacun des jours de la création comme une époque indéterminée, qui peut savoir quelles modifications, quelles variations la terre a subies dans ces premiers temps? » Ces expressions dubitatives ne préjugeaient rien, il est vrai; mais les intelligences de second et de troisième ordre acceptent de telles choses comme des vérités désormais incontestables, parce qu'elles sont appuyées sur l'autorité de deux noms illustrés comme ceux de Frayssinous et de Cuvier; et c'est ce qui arriva : le système des périodes indéterminées devint le dogme de tous les journaux, de toutes les revues dites catholiques, qui l'exploitèrent longtemps comme une mine féconde; de là il passa dans les ouvrages d'écrivains catholiques, animés d'excellentes intentions; alors journaux, revues, livres pullulèrent à l'envi pour rendre un culte au système devenu leur idole; chacun, sur cette base, exerça son imagination à torturer le texte de Moïse pour y trouver ce qui n'y est pas, et à saisir quelques lambeaux de faits géologiques pour corroborer l'accord merveilleux des *Six époques* de Moïse avec les couches du globe. Chaque nouvelle empreinte, chaque nouveau fossile qu'on trouvait dans les assises du sol, était une démonstration qui faisait tressaillir de joie et se pâmer d'ébahissement tous ces zélés défenseurs de la révélation, qui descendaient en esprit dans les profondeurs du sol pour y contempler les diverses assises dont ils n'avaient pas la plus légère notion, et pour y compter les fossiles sans savoir ce que c'était. La plupart de ces faiseurs d'articles et de volumes n'avaient aucune notion des sciences naturelles, ils n'avaient même pas souvent lu les ouvrages dont ils embrassaient les doctrines, ou bien ils les avaient lus sans pouvoir les comprendre. Faut-il s'étonner maintenant de rencontrer dans presque tous ces écrits, les principes scientifiques les plus déplorables, acceptés comme des vérités; tels que, par exemple, le principe panthéiste matérialiste de la transforma-

tion des espèces animales et végétales; principe qui nie directement la création des espèces, et dont la conséquence rigoureuse fait naître l'espèce humaine d'une huître ou d'une éponge, en passant par le singe. Nous serions trop prolixes si nous voulions relever toutes les bévues de ce genre, commises par des hommes dont le tort a été d'écrire sur des matières qu'ils n'avaient point étudiées. Cependant leurs ouvrages ont quelquefois reçu la sanction d'autorités trop respectables pour se compromettre ainsi; ils ont été et sont encore accueillis du public croyant et malheureusement du clergé laborieux, qui perd à les lire un temps qui serait mieux consacré à l'étude de la science ainsi travestie. Bien plus, ces écrits ont fait invasion dans le domaine de l'enseignement, et leurs doctrines sont passées dans des ouvrages spéciaux de théologie scolastique.

Mais on ne s'est pas contenté de travestir ainsi la science, de torturer le texte sacré; on a cherché des appuis dans les Pères de l'Église, comme s'ils pouvaient être juges d'une doctrine et d'une science qu'ils n'ont jamais connues, ni pu connaître, puisqu'elles n'étaient pas nées. Malgré eux on a forcé à parler les Pères dans lesquels on a pu surprendre quelques expressions vagues, habilement détournées de leur sens véritable. C'est ainsi que, saint Augustin ayant dit que la nature des six jours était difficile à comprendre; qu'ils n'avaient pas été, comme nos jours, mesurés par le mouvement du soleil; on n'en a pas demandé davantage; on n'a même pas voulu achever les phrases où l'on aurait vu que saint Augustin professait formellement que toute la création avait été faite en même temps, *simul creata sunt omnia;* et qu'il fallait entendre mystiquement les jours des degrés de la connaissance angélique. Malgré cela, le système de la création par époques indéterminées, a dû, d'après ces écrivains, reconnaître pour premier appui l'imposante autorité de saint Augustin, qui enseigne tout le contraire.

Il faut donc le reconnaître, puisque cela est historiquement prouvé, ce système d'interprétation géologique de la Genèse, renouvelé du panthéisme antique et des cosmogonies païennes, a pris naissance dans l'indépendance dogmatique de la raison au sein de la Réforme; c'est le premier point de départ du naturalisme et du mythisme allemand, et les écrivains dont nous

venons d'exposer l'histoire n'ont logiquement fait que travailler dans le même sens.

Cependant la ferveur, j'allais dire la fureur, d'un tel prosélytisme a été poussée si loin qu'on a traité d'impie quiconque a osé s'élever en faveur du bon sens et du texte de Moïse. Il est vrai que les premières réclamations ne partirent pas du clergé. Des journaux sérieux, quoique trop libres penseurs, démontrèrent avec vigueur qu'une telle direction était contraire à la philologie, à la grammaire ; qu'elle faisait du texte de Moïse un non-sens ; qu'elle détruisait même son caractère inspiré, etc. M. Letronne, ce critique si habile, fut, entre autres, l'un des premiers à montrer toutes ces inconséquences ; il est bien vrai, comme il en convient lui-même, qu'il lui échappa quelques expressions mal sonnantes, sur lesquelles on se rejeta, sans considérer la valeur du fond. L'école propagatrice, sans le savoir, de l'exegèse naturaliste, redoubla d'efforts pour défendre son idole ; on cria à l'impiété, parce que l'on ne tint compte que des allures de la source d'où partait la vraie critique, et qu'on ne se sentit pas capable, il faut le dire, d'apprécier la force des raisons et la valeur du fond. Bien plus, car il est temps de tout révéler, lorsque des hommes également graves par leur croyance et leur science, des prêtres même aussi habiles théologiens que géologues, ont présenté sur ces questions des travaux sérieux qui venaient contrarier et arrêter la ligne suivie par les journaux, les revues et les livres *géologico-théologistes*, les colonnes des journaux et des revues leur ont été fermées, et leurs consciencieux travaux repoussés avec amertume, ou bien habilement arrêtés dans leur publication commencée. Nous pourrions citer à l'appui les travaux de plusieurs hommes, de plusieurs prêtres même, ainsi étouffés.

Mais pendant que tant d'hommes aux intentions louables ont continué et continuent à perdre leur force pour étayer des hypothèses et des systèmes insoutenables, la science positive a marché et continue de marcher, et ses conclusions sont loin d'être favorables aux hypothèses et aux systèmes.

LEÇON IX.

Au point où nous sommes arrivés de l'histoire de la géologie, nous aurions des volumes à écrire s'il fallait parler de tous les ouvrages spéciaux, généraux ou élémentaires qui ont été publiés, dans ces derniers temps, sur les questions géologiques. Mais on a dû comprendre que ce n'est pas l'histoire des livres et des auteurs que nous faisons, mais bien l'histoire des progrès de la géologie dans ses rapports avec l'interprétation de l'Écriture. Dès-lors nous n'avons dû nous arrêter que sur les hommes qui résument un progrès de la science, sur les chefs d'écoles, et sur les tendances qu'il importait de constater et de caractériser. C'est pour cela que nous ne parlerons pas encore des ouvrages nombreux, remarquables sous plus d'un rapport, publiés tant en France qu'à l'étranger dans ces derniers temps ; aussi n'avons-nous plus qu'une école à étudier, l'école positive, plus spécialement représentée, aujourd'hui en France, par M. Constant Prévost pour la géologie, et par M. de Blainville pour la paléontologie.

Un grand nombre de noms illustres viennent se joindre à celui de M. Prévost, tant en France qu'à l'étranger ; ainsi Lyell, en Angleterre, qui a même plus publié que M. C. Prévost, mais qui le reconnaît pour son maître. M. Ami Boué en France, observateur infatigable, qui de tous les modernes a le plus et le mieux vu, parce qu'il s'est dégagé de tout esprit de système, et qu'il a fait de la géologie pour la géologie seule.

M. Constant Prévost a professé, il a formé des élèves qui ont adopté et suivi sa direction, en un mot, il est chef de l'école géologique actuelle, qui cherche à expliquer les effets anciens par les causes actuelles, le connu par l'inconnu.

Les travaux les plus importants de M. C. Prévost sont : 1° ses cours, dont la doctrine est passée dans un grand nombre

de publications de ses élèves; 2° il a publié *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires;* ce sont des dissertations géologiques lues à l'Académie des sciences, le 18 juin et le 2 juillet 1827; il y a joint de nombreux développements; 3° plusieurs mémoires à l'Académie, entre autres un mémoire qui résume en partie sa doctrine, lu le 14 avril 1845; 4° plusieurs articles dans les dictionnaires et les encyclopédies, entre autres les articles *Formation*, *Fossiles*, où il trace les règles de la nomenclature géologique en rapport avec les principes et les causes naturelles; 5° il n'est guère de points de la géologie sur lesquels M. Prévost n'ait jeté quelque jour.

Nous devons donc voir dans M. C. Prévost le continuateur de la géologie, dans la voie positive où Buffon, dans sa Théorie de la terre, et Pallas l'avaient introduite, où de Lamétherie, de Lamarck et plusieurs autres l'ont continuée. Voilà l'enchaînement logique du progrès; aussi, dès ses premiers travaux, M. C. Prévost se trouva-t-il, par sa direction même, en opposition avec l'école de Cuvier; ses *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires* ne sont même qu'une réfutation solide du système des irruptions itératives de la mer.

Sur la foi de savants distingués, le vulgaire avait admis que les pays aujourd'hui habités, ont été plusieurs fois repris et laissés par les mers, et tour à tour habités par plusieurs générations d'animaux, détruits successivement par chaque révolution des mers. Ce système est appuyé sur l'appréciation du sol parisien.

Mais fondé sur un bien plus grand nombre de faits observés non-seulement aux environs de Paris, mais encore en France, en Allemagne et en Angleterre, M. C. Prévost réfute victorieusement un tel système, en opposition, comme il le dit fort bien et comme l'avait dit de Lamétherie, avec les lois générales de la physique.

De Lamarck avait posé le principe de la distinction des coquilles d'eau douce et des coquilles marines, appliqué à la géologie. Ce principe fécondé par l'observation a conduit l'étude plus approfondie des fossiles à reconnaître trois modes de formations dans les roches de sédiment, que M. Prévost caractérise ainsi :

1° Les dépôts essentiellement marins ou pélagiens, qui ne contiennent que des débris d'animaux marins;

2° Les dépôts d'eau douce ou lacustres, qui ne renferment que des coquilles d'eau douce, des animaux et des plantes terrestres ou d'eau douce; le calcaire marneux de l'Auvergne, les meulières des environs de Paris, les marnes compactes d'Écosse;

3° Les dépôts mixtes, qui offrent des mélanges de mollusques marins et d'eau douce, de végétaux et d'animaux terrestres, etc., et dont les caractères minéralogiques ne sont exclusivement ni ceux des sédiments lacustres proprement dits, ni ceux des dépôts essentiellement marins. Ces dépôts mixtes sont quelquefois un amalgame de sédiments différents, précipités en même temps par des eaux de nature diverse, confondues dans un même bassin. — Tels sont les argiles, les sables, les marnes, les silex, certains calcaires compactes, le calcaire de Sergy, le gypse de la Hutte-au-Garde.

Ce sont aussi des atterrissements déposés par les eaux des fleuves soit à leur embouchure, soit sur le fond plus ou moins éloigné de la mer; tels que sont presque tous les terrains de houille et de lignite, la plupart des couches argileuses qui supportent le calcaire oolitique, ou le partagent en plusieurs systèmes dans quelques localités, le lias, l'argile d'Oxfort, celle du cap la Hève, le calcaire de Purbeck, les sables ferrugineux et les argiles de Weald, les argiles plastiques, le gypse à ossements et les marnes, argiles et sables à lignite qui le précèdent, l'accompagnent, le surmontent.

On ne peut objecter les coquillages et les os bien entiers et bien conservés pour affirmer qu'ils ont vécu sur place et n'ont point été transportés; parce que 1° parmi les débris de coquilles il y en a de parfaitement entières; 2° il y a des coquilles terrestres très-entières aussi bien que des coquilles marines ensemble, et les unes ou les autres ont été nécessairement transportés.

Cependant l'alternance plusieurs fois répétée de sédiments marins et de sédiments d'eau douce, dans le bassin de Paris, porta MM. Cuvier et Brongniart à expliquer ce phénomène par des irruptions et des retraites itératives de la mer, sur le même point, qui aurait été ainsi successivement inondé et habité à

plusieurs reprises. Ce système fut ardemment saisi et embrassé par une jeune école, il fut appliqué à tous les terrains, et, ainsi généralisé, il prévalut comme la seule théorie géologique admissible.

Cependant M. C. Prévost démontre que l'étude des terrains de Paris eux-mêmes ne permet pas d'accepter cette théorie: 1° parce qu'on trouve dans les mêmes couches, et souvent dans le même échantillon, des coquilles marines et d'eau douce avec des ossements de mammifères terrestres; tandis qu'ailleurs on trouve au même niveau ou exclusivement des coquilles marines, ou exclusivement des coquilles d'eau douce. Ce qui prouve qu'au même niveau, il se formait dans les mêmes lieux des dépôts d'eau douce en même temps qu'il se déposait des sédiments marins.

2° Les mêmes dépôts minéralogiques contiennent alternativement des fossiles marins et des fossiles d'eau douce; ce qui prouve qu'ils ont été déposés par une cause continue et que les fossiles alternaient à de courts intervalles.

3° Les faits de gisement et les analogies prouvent que les fossiles terrestres et d'eau douce ont été apportés et déposés dans un vaste golfe à l'embouchure d'un grand fleuve, par un courant continental qu'alimentaient les hautes régions, situées à l'est et au sud-est de Paris, et où vivaient les races nombreuses dont les restes sont devenus fossiles.

4° La série des dépôts marneux, argileux, calcaires et gypseux, offre tous les caractères d'un transport périodique et quelquefois intermittent.

5° M. Prévost démontre par le passage insensible des couches marines aux couches d'eau douce, par l'oscillation et l'emboîtement des couches superposées, que les dépôts ont été faits sans interruption dans un même bassin.

6° La comparaison du sol soissonnais avec celui de Paris, démontre l'impossibilité du système des irruptions itératives.

Enfin, M. Prévost parcourt les autres appuis de ce système, et démontre que, ni les tiges verticales de végétaux terrestres dans les houillères, ni les roches percées par les phollades, ni les ossements des cavernes, etc., ne peuvent l'étayer.

De ce travail important de M. Prévost, ressortent plusieurs

conclusions que nous considérons avec lui comme bases de la géologie zoologique et philosophique ; c'est que, 1° : *Les fossiles terrestres, comme les fossiles d'eau douce et marins, sont les vestiges des seuls corps organisés qui, par des circonstances locales, ont pu être recouverts, dans le sein des eaux, par des sédiments ;*

2° Que *les fossiles terrestres ne peuvent donner qu'une idée approximative de l'ensemble des animaux et des plantes qui vivaient sur le trajet des eaux continentales courantes, ou sur les rivages des mers, et qu'ils ne peuvent nous faire connaître comment étaient peuplés l'intérieur des continents, les points élevés et les hautes montagnes ;*

3° Que *les dépôts successifs ont été formés d'une manière continue, périodique, à courts intervalles, et quelquefois intermittente.*

Ce sont là des principes importants pour la géologie positive.

L'*Essai* de M. Prévost, *sur la formation des terrains des environs de Paris*, est un bel exemple de l'application des causes actuelles à l'étiologie des effets anciens.

Nous passons à son mémoire du 14 avril 1845, où, à l'occasion d'un point important, le synchronisme des terrains, toute sa doctrine est résumée.

« Le synchronisme, dit-il, et la distribution, sur deux lignes parallèles, des formations ignées et des formations aqueuses, sont désormais fondés sur les observations aussi nombreuses que certaines d'un grand nombre de géologues.

» L'étude des phénomènes actuels et son application à l'explication des phénomènes anciens ont achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action synchronique, depuis les temps les plus reculés, des deux principales causes plutonienne et neptunienne. »

En faisant abstraction de la cause ignée, on voit que des dépôts synchroniques de formation neptunienne diffèrent par leur nature, leur étendue, des fossiles qu'ils renferment, selon que ces dépôts ont été produits sous des eaux douces ou sous des eaux marines, et selon diverses circonstances secondaires. D'un autre côté, on conçoit que des dépôts, presque sous tous les rapports semblables, peuvent avoir été formés à des inter-

valles de temps très-éloignés, soit dans les eaux douces, soit dans les eaux marines, etc.

Les formations terrestres et d'eau douce ont nécessairement moins d'étendue, de constance, et par conséquent d'importance, que les formations sous-marines. Dans la mer elle-même, des causes diverses agissent ensemble ; des sources calcarifères et silicifères, des volcans submergés, y produisent des effets qui n'ont pas non plus une grande généralité, et qui ne présentent pas toujours des caractères marins exclusifs.

En éliminant tous ces effets restreints, restent les effets de deux grandes causes pour ainsi dire rivales, antagonistes, qui agissent simultanément, d'une manière permanente, dans les mêmes bassins marins. Ces effets, d'une égale importance, se distinguent nettement lorsqu'ils restent isolés ; mais souvent ils se confondent, se combinent, s'enlacent, se succèdent, alternent sur les mêmes points.

Ces deux grandes causes sont les eaux salées de la mer, avec les animaux nombreux qui les habitent ; les myriades de polypes, de mollusques, de poissons qui laissent après leur mort des dépouilles solides à la disposition des vagues, des marées, des courants, des orages qui les transportent, les brisent, les triturent et les entassent pêle-mêle pour en composer des bancs pierreux puissants.

D'une autre part, les eaux fluviatiles affluentes, qui, après avoir lavé et raviné le sol continental, viennent déboucher avec une abondance et une vitesse périodiquement variables dans les bassins marins, y portant, pour tribut, tout ce qu'elles ont pu enlever et arracher au sol : matières minérales, végétaux, animaux qu'elles roulent avec violence, ou bien emportent légèrement, pour les déposer sur les rivages, à leur embouchure, et souvent bien loin, dans les abîmes les plus profonds, où des débris intacts de produits terrestres et fluviatiles vont s'associer ainsi à ceux des animaux des plus hautes mers (bois, ichthyosaures, crocodiles, bélemnites, ammonites, nautiles, crinoïdes, etc.).

On n'a pas assez réfléchi, lorsqu'on a dit que les formations fluvio-marines n'étaient que des accidents locaux d'embouchure et de golfe ; on pourrait presque avancer, sans paradoxe, que,

dans certaines mers bordées de vastes continents, les eaux douces affluentes produisent plus dans la mer que les eaux marines elles-mêmes.

Le Missisipi et ses tributaires enlèvent au continent qu'ils traversent, plus de matières sédimentaires et de corps organisés, pour les porter dans la mer, que les vagues de celle-ci n'en prennent sur tout le pourtour des deux Amériques; et l'on sait, par de journaliers exemples, que des végétaux apportés par ce fleuve, des rives du Missouri dans le golfe du Mexique, vont atterrir sur les côtes d'Islande et du Spitzberg.

Après avoir reconnu la complication des divers effets produits simultanément dans les mers actuelles, et avoir établi qu'à chaque époque antérieure, de semblables effets ont également eu lieu synchroniquement, on pourra distinguer les formations fluvio-marines des formations marines exclusives, de tous les temps, aux caractères suivants :

1° *Formations fluvio-marines.* Prédominence des sédiments alternativement argileux et arénacés régulièrement stratifiés, abondance de végétaux terrestres, et, par suite, d'amas et de bancs de charbons; présence d'animaux fluviatiles ou terrestres associés, dans les mêmes couches, à des animaux marins. On peut ajouter que, dans les formations fluvio-marines pélagiennes, les argiles prédominent sur les grès, que les fossiles sont bien conservés, qu'ils sont isolés ou groupés avec ordre par familles et par lits, que les fossiles marins rappellent des animaux de haute-mer; enfin, l'absence presque absolue de polypiers pierreux.

2° *Formations marines.* Prédominence de roches calcaires composées de fragments plus ou moins atténués, mais reconnaissables, de coquilles marines, et surtout de nombreux madrépores, et, à plus forte raison, des bancs de polypiers en place. La rareté et l'isolement de débris végétaux, alors presque toujours roulés, de squelettes entiers, l'entassement sans ordre de coquilles univalves et bivalves, littorales et pélagiennes, la désunion des valves, le mélange avec des galets, etc., peuvent être donnés comme des caractères complémentaires.

Le synchronisme est donc, pour l'étude du sol, et pour celle de l'histoire de la terre, un principe fondamental qui doit être

M. Frayssinous, dans un discours d'ailleurs solide et re quable sur le déluge, et redite ensuite dans une foule de cueils et de compilations, a concilié à Cuvier la première fiance des théologiens.

Dans le même discours, M. Frayssinous consacre tout le tème géologique de Cuvier en ces termes : « Si l'on reg » chacun des jours de la création comme une époque ind » minée, qui peut savoir quelles modifications, quelles va » tions la terre a subies dans ces premiers temps? » Ces pressions dubitatives ne préjugeaient rien, il est vrai ; mai intelligences de second et de troisième ordre acceptent de t choses comme des vérités désormais incontestables, parce qu' sont appuyées sur l'autorité de deux noms illustrés co ceux de Frayssinous et de Cuvier; et c'est ce qui arriva : le tème des périodes indéterminées devint le dogme de tous journaux, de toutes les revues dites catholiques, qui l'exp tèrent longtemps comme une mine féconde ; de là il p dans les ouvrages d'écrivains catholiques, animés d'excelle intentions ; alors journaux, revues, livres pullulèrent à l' pour rendre un culte au système devenu leur idole; chac sur cette base, exerça son imagination à torturer le text Moïse pour y trouver ce qui n'y est pas, et à saisir quel lambeaux de faits géologiques pour corroborer l'accord m veilleux des *Six époques* de Moïse avec les couches du gl Chaque nouvelle empreinte, chaque nouveau fossile qu'on tr vait dans les assises du sol, était une démonstration qui fai tressaillir de joie et se pâmer d'ébahissement tous ces zélés fenseurs de la révélation, qui descendaient en esprit dans profondeurs du sol pour y contempler les diverses assises d ils n'avaient pas la plus légère notion, et pour y compter fossiles sans savoir ce que c'était. La plupart de ces fais d'articles et de volumes n'avaient aucune notion des scie naturelles, ils n'avaient même pas souvent lu les ouvrages d ils embrassaient les doctrines, ou bien ils les avaient lus s pouvoir les comprendre. Faut-il s'étonner maintenant de r contrer dans presque tous ces écrits, les principes scientifiq les plus déplorables, acceptés comme des vérités; tels que, exemple, le principe panthéiste matérialiste de la transfor

tion des espèces animales et végétales; principe qui nie direc-tement la création des espèces, et dont la conséquence rigou-reuse fait naître l'espèce humaine d'une huître ou d'une épon-ge, en passant par le singe. Nous serions trop prolixes si nous voulions relever toutes les bévues de ce genre, commises par des hommes dont le tort a été d'écrire sur des matières qu'ils n'avaient point étudiées. Cependant leurs ouvrages ont quel-quefois reçu la sanction d'autorités trop respectables pour se compromettre ainsi; ils ont été et sont encore accueillis du public croyant et malheureusement du clergé laborieux, qui perd à les lire un temps qui serait mieux consacré à l'étude de la science ainsi travestie. Bien plus, ces écrits ont fait inva-sion dans le domaine de l'enseignement, et leurs doctrines sont adoptées dans des ouvrages spéciaux de théologie scolastique. Mais on ne s'est pas contenté de travestir ainsi la science, de torturer le texte sacré; on a cherché des appuis dans les Pères de l'Église, comme s'ils pouvaient être juges d'une doctrine et d'une science qu'ils n'ont jamais connues, ni pu connaître, puisqu'el-les n'étaient pas nées. Malgré eux on a forcé à parler les Pères dans lesquels on a pu surprendre quelques expressions vagues, habilement détournées de leur sens véritable. C'est ainsi que, saint Augustin ayant dit que la nature des six jours était dif-ficile à comprendre; qu'ils n'avaient pas été, comme nos jours, mesurés par le mouvement du soleil; on n'en a pas demandé davantage; on n'a même pas voulu achever les phrases où l'on aurait vu que saint Augustin professait formellement que toute la création avait été faite en même temps, *simul creata sunt omnia*; et qu'il fallait entendre mystiquement les jours des de-grés de la connaissance angélique. Malgré cela, le système de la création par époques indéterminées, a dû, d'après ces écri-vains, reconnaître pour premier appui l'imposante autorité de saint Augustin, qui enseigne tout le contraire.

Il faut donc le reconnaître, puisque cela est historiquement prouvé, ce système d'interprétation géologique de la Genèse, renouvelé du panthéisme antique et des cosmogonies païennes, a pris naissance dans l'indépendance dogmatique de la raison au sein de la Réforme; c'est le premier point de départ du na-turalisme et du mythisme allemand, et les écrivains dont nous

venons d'exposer l'histoire n'ont logiquement fait que travaillé dans le même sens.

Cependant la ferveur, j'allais dire la fureur, d'un tel prosélytisme a été poussée si loin qu'on a traité d'impie quiconque a osé s'élever en faveur du bon sens et du texte de Moïse. Il est vrai que les premières réclamations ne partirent pas du clergé. Des journaux sérieux, quoique trop libres penseurs, démontrèrent avec vigueur qu'une telle direction était contraire à la philologie, à la grammaire ; qu'elle faisait du texte de Moïse un non-sens ; qu'elle détruisait même son caractère inspiré. M. Letronne, ce critique si habile, fut, entre autres, l'un des premiers à montrer toutes ces inconséquences ; il est bien vrai, comme il en convient lui-même, qu'il lui échappa quelques expressions mal sonnantes, sur lesquelles on se rejeta, sans considérer la valeur du fond. L'école propagatrice, sans le voir, de l'exegèse naturaliste, redoubla d'efforts pour défendre son idole ; on cria à l'impiété, parce que l'on ne tint compte que des allures de la source d'où partait la vraie critique, et qu'on ne se sentit pas capable, il faut le dire, d'apprécier la force des raisons et la valeur du fond. Bien plus, car il est temps de tout révéler, lorsque des hommes également graves par leur croyance et leur science, des prêtres même aussi habiles théologiens que géologues, ont présenté sur ces questions des travaux sérieux qui venaient contrarier et arrêter la ligne suivie par les journaux, les revues et les livres *géologico-théologiques*, les colonnes des journaux et des revues leur ont été fermées, et leurs consciencieux travaux repoussés avec amertume, ou bien habilement arrêtés dans leur publication commencée. Nous pourrions citer à l'appui les travaux de plusieurs hommes, de plusieurs prêtres même, ainsi étouffés.

Mais pendant que tant d'hommes aux intentions louables ont continué et continuent à perdre leur force pour étayer des hypothèses et des systèmes insoutenables, la science positive a marché et continue de marcher, et ses conclusions sont loin d'être favorables aux hypothèses et aux systèmes.

LEÇON IX.

Au point où nous sommes arrivés de l'histoire de la géologie, nous aurions des volumes à écrire s'il fallait parler de tous les ouvrages spéciaux, généraux ou élémentaires qui ont été publiés, dans ces derniers temps, sur les questions géologiques. Mais on a dû comprendre que ce n'est pas l'histoire des livres et des auteurs que nous faisons, mais bien l'histoire des progrès de la géologie dans ses rapports avec l'interprétation de l'Écriture. Dès-lors nous n'avons dû nous arrêter que sur les hommes qui résument un progrès de la science, sur les chefs d'écoles, et sur les tendances qu'il importait de constater et de caractériser. C'est pour cela que nous ne parlerons pas encore des ouvrages nombreux, remarquables sous plus d'un rapport, publiés tant en France qu'à l'étranger dans ces derniers temps; aussi n'avons-nous plus qu'une école à étudier, l'école positive, plus spécialement représentée, aujourd'hui en France, par M. Constant Prévost pour la géologie, et par M. de Blainville pour la paléontologie.

Un grand nombre de noms illustres viennent se joindre à celui de M. Prévost, tant en France qu'à l'étranger; ainsi Lyell, en Angleterre, qui a même plus publié que M. C. Prévost, mais qui le reconnaît pour son maître. M. Ami Boué en France, observateur infatigable, qui de tous les modernes a le plus et le mieux vu, parce qu'il s'est dégagé de tout esprit de système, et qu'il a fait de la géologie pour la géologie seule.

M. Constant Prévost a professé, il a formé des élèves qui ont adopté et suivi sa direction, en un mot, il est chef de l'école géologique actuelle, qui cherche à expliquer les effets anciens par les causes actuelles, le connu par l'inconnu.

Les travaux les plus importants de M. C. Prévost sont : 1° ses cours, dont la doctrine est passée dans un grand nombre

voie positive, où elle est actuellement poussée dans toute l'Europe, malgré quelques résistances de l'esprit d'hypothèses.

Cependant il est encore un dernier progrès, dont nous avons à dire un mot; c'est la connaissance et l'observation des phénomènes connus sous le nom de métamorphisme, par lequel on désigne les modifications diverses que la cause ignée a fait subir aux formations neptuniennes après leur dépôt. Ce dernier progrès est dû aux efforts réunis de plusieurs observateurs, d'abord M. de Buch, puis MM. Boué, de Beaumont, du Frénoy, etc., etc.

D'abord M. de Buch fut conduit par ses observations à regarder les dolomies, sulfates doubles de chaux et de magnésie, comme des calcaires modifiés par la chaleur, et dans les pores desquels la magnésie sublimée se serait introduite. D'autres géologues appliquèrent ensuite cette opinion hardie à plusieurs autres sortes de roches; l'observation confirma que dans le voisinage des roches ignées les dépôts sédimenteux paraissent avoir éprouvé des altérations. Ainsi des bancs de craie ou de calcaire compacte prennent une texture saccharoïde ou lamellaire en s'approchant des basaltes, et la houille est transformée en une sorte de coke; d'où l'on a attribué ces propriétés à l'influence de la chaleur communiquée par les basaltes.

On a aussi attribué à l'action de la cause ignée combinée avec les affinités chimiques, les minéraux abondants, disséminés dans les roches calcareuses, schisteuses et quartzeuses des montagnes en couches inclinées, tandis qu'ils sont rares dans les mêmes couches horizontales des plaines.

On va même jusqu'à admettre que ce jeu des affinités déterminé par la chaleur ne s'est pas borné à donner naissance à des cristaux disséminés, mais que la transformation s'est étendue à des massifs entiers, et que de puissants dépôts de psammites ou de schistes, par exemple, sont devenus des micaschistes et des gneiss.

Dès-lors les marbres saccharoïdes des Pyrénées, des Alpes, de Carrare, de Paros, etc., ont été considérés comme des calcaires modifiés par la cause ignée; ils contiennent, en effet, des fossiles marins, et sont la continuation d'autres calcaires à fossiles.

Des granits sont superposés aux calcaires jurassiques dans

1° Les dépôts essentiellement marins ou pélagiens, qui ne contiennent que des débris d'animaux marins;

2° Les dépôts d'eau douce ou lacustres, qui ne renferment que des coquilles d'eau douce, des animaux et des plantes terrestres ou d'eau douce; le calcaire marneux de l'Auvergne, les meulières des environs de Paris, les marnes compactes d'Écosse;

3° Les dépôts mixtes, qui offrent des mélanges de mollusques marins et d'eau douce, de végétaux et d'animaux terrestres, etc., et dont les caractères minéralogiques ne sont exclusivement ni ceux des sédiments lacustres proprement dits, ni ceux des dépôts essentiellement marins. Ces dépôts mixtes sont quelquefois un amalgame de sédiments différents, précipités en même temps par des eaux de nature diverse, confondues dans un même bassin.— Tels sont les argiles, les sables, les marnes, les silex, certains calcaires compactes, le calcaire de Sergy, le gypse de la Hutte-au-Garde.

Ce sont aussi des atterrissements déposés par les eaux des fleuves soit à leur embouchure, soit sur le fond plus ou moins éloigné de la mer; tels que sont presque tous les terrains de houille et de lignite, la plupart des couches argileuses qui supportent le calcaire oolitique, ou le partagent en plusieurs systèmes dans quelques localités, le lias, l'argile d'Oxfort, celle du cap la Hève, le calcaire de Purbeck, les sables ferrugineux et les argiles de Weald, les argiles plastiques, le gypse à ossements et les marnes, argiles et sables à lignite qui le précèdent, l'accompagnent, le surmontent.

On ne peut objecter les coquillages et les os bien entiers et bien conservés pour affirmer qu'ils ont vécu sur place et n'ont point été transportés; parce que 1° parmi les débris de coquilles il y en a de parfaitement entières; 2° il y a des coquilles terrestres très-entières aussi bien que des coquilles marines ensemble, et les unes ou les autres ont été nécessairement transportés.

Cependant l'alternance plusieurs fois répétée de sédiments marins et de sédiments d'eau douce, dans le bassin de Paris, porta MM. Cuvier et Brongniart à expliquer ce phénomène par les irruptions et des retraites itératives de la mer, sur le même point, qui aurait été ainsi successivement inondé et habité à

le carbonate de chaux tenu en dissolution dans les eaux des mers et des lacs.

On ne connait guère de gypses dus à une précipitation chimique que dans les terrains tertiaires et peut-être dans le trias; c'est à ce groupe qu'il faut rapporter ceux d'Aix et de Montmartre; des sources sulfureuses thermales éclatèrent dans les lacs des bassins d'Aix et de Paris, dont les eaux tenaient en dissolution des carbonates de chaux. L'acide sulfurique expulsa l'acide carbonique et forma un sulfate de chaux dans lequel se conservèrent les débris organisés, qui n'auraient pu l'être par les autres modes de formation.

Les gypses des terrains secondaires paraissent dus à l'action métamorphique des roches ignées qui sont dans leur voisinage, et qui auraient changé les carbonates en sulfates de chaux.

Des bélemnites des étages jurassiques, au milieu de véritables micaschistes, ont paru prouver le métamorphisme de ces roches... On a été conduit, dès-lors, à considérer la plupart des roches schistoïdes, telles que les gneiss, les micaschistes, les stéaschistes, comme des dépôts aqueux modifiés, soit par l'action des feux souterrains, soit par l'action des roches éruptives (1).

« A présent, dit M. Boué, on sait que le sol primaire contient quelquefois des fossiles, et que les pétrifications de la série des terrains intermédiaires et secondaires ne présentent point de haut en bas cette progression décroissante en genres, en familles et en ordres, que Werner et ses continuateurs avaient imaginés.

» On a reconnu enfin que toutes les roches cristallines massives sont dues à des éruptions ignées qui ont pu avoir lieu et ont eu lieu à toutes les époques... les schistes cristallins de transition ne sont que des roches intermédiaires modifiées par le voisinage des masses plutoniques ou par des actions volcaniques... On a découvert que des couches secondaires moyennes avaient subi quelquefois des modifications analogues, et qu'un de ces terrains demi-sédimentaire, demi-schisteux cristallin, et décrit comme intermédiaire, n'était qu'un exemple de ce der-

(1) Thèse de M. Coquand, pour le doctorat-ès-sciences naturelles, juillet 1841, à laquelle nous avons emprunté tous les intéressants détails qui précèdent.

conclusions que nous considérons avec lui comme bases de la géologie zoologique et philosophique ; c'est que, 1° : *Les fossiles terrestres, comme les fossiles d'eau douce et marins, sont les vestiges des seuls corps organisés qui, par des circonstances locales, ont pu être recouverts, dans le sein des eaux, par des sédiments ;*

2° Que *les fossiles terrestres ne peuvent donner qu'une idée approximative de l'ensemble des animaux et des plantes qui vivaient sur le trajet des eaux continentales courantes, ou sur les rivages des mers, et qu'ils ne peuvent nous faire connaître comment étaient peuplés l'intérieur des continents, les points élevés et les hautes montagnes ;*

3° Que *les dépôts successifs ont été formés d'une manière continue, périodique, à courts intervalles, et quelquefois intermittente.*

Ce sont là des principes importants pour la géologie positive. L'*Essai* de M. Prévost, *sur la formation des terrains des environs de Paris*, est un bel exemple de l'application des causes actuelles à l'étiologie des effets anciens.

Nous passons à son mémoire du 14 avril 1845, où, à l'occasion d'un point important, le synchronisme des terrains, toute sa doctrine est résumée.

« Le synchronisme, dit-il, et la distribution, sur deux lignes parallèles, des formations ignées et des formations aqueuses, sont désormais fondés sur les observations aussi nombreuses que certaines d'un grand nombre de géologues.

» L'étude des phénomènes actuels et son application à l'explication des phénomènes anciens ont achevé de démontrer, comme une vérité incontestable, l'action synchronique, depuis les temps les plus reculés, des deux principales causes plutonienne et neptunienne. »

En faisant abstraction de la cause ignée, on voit que des dépôts synchroniques de formation neptunienne diffèrent par leur nature, leur étendue, des fossiles qu'ils renferment, selon que ces dépôts ont été produits sous des eaux douces ou sous des eaux marines, et selon diverses circonstances secondaires. D'un autre côté, on conçoit que des dépôts, presque sous tous les rapports semblables, peuvent avoir été formés à des inter-

Dès qu'il est démontré par le synchronisme et le métamorphisme réunis : 1° que les diverses formations ont eu pour causes et pour origine les diverses circonstances locales du sol, des eaux et des êtres qui les habitaient; que dans des localités fort éloignées, les mêmes circonstances et les mêmes phénomènes ont pu se reproduire; 2° qu'à toutes les formations et dans tous les points, et dans tous les temps, le métamorphisme, quand ses causes ont existé, a pu produire ses modifications, etc., il n'y a plus évidemment à étudier que des localités le plus souvent indépendantes, sans pouvoir rien en conclure pour leur ancienneté même relative entre elles, ni pour leur contemporanéité; ces deux conclusions ne pouvant être sérieusement prononcées que pour les formations d'un même bassin : ainsi croule le dernier appui des longues périodes de temps, les calculs de milliers d'années, dont la géologie ne peut plus et ne doit plus se préoccuper.

Par là aussi est démontré géologiquement comme historiquement notre point de départ, à savoir que la géologie est l'histoire des ruines et de la décomposition de la terre créée à l'origine; décomposition et ruines qui s'opèrent suivant les lois et les circonstances les plus variables dans leur nombre, leur intensité et leur durée, toutes locales; et par conséquent, il n'y a pas de systématisation générale possible en géologie, et par conséquent, point de conclusions vraiment logiques que les sciences morales puissent, comme on l'avait cru à tort, redouter.

Un dernier progrès pour la solution des questions géologiques, est celui qui résulte des nombreux travaux zoologiques de M. de Blainville. Et cela devait être, puisqu'en effet ce sont les animaux fossiles qui ont donné lieu à tous les problèmes de la géologie; il est clair que c'était à la zoologie à prononcer sur l'organisation, les mœurs et les habitudes des fossiles, déduites de leur organisation même, par suite à déterminer les circonstances et les milieux dans lesquels ces êtres ont dû vivre, ce qui est en effet en rapport direct avec les mœurs et l'organisation; enfin, c'était à la zoologie à prononcer sur l'identité, l'analogie, la différence ou la ressemblance des fossiles et des animaux encore vivants; or, toutes ces solutions sont nécessai-

res au géologue, pour qu'il puisse tirer quelque conclusion de la présence des fossiles dans telle ou telle couche de l'écorce du globe, et par suite déterminer l'origine et les circonstances de formation de ces couches.

Mais pour que la zoologie elle-même pût fournir des documents aussi importants, il était nécessaire qu'elle fût systématisée d'après des principes rigoureux et logiques, en un mot qu'elle fût devenue une science de démonstration. Or, c'est parce qu'elle n'était pas encore arrivée à ce terme, que les géologues ont pu se laisser entraîner à tant de systèmes divers et opposés, fondés sur la présence, dans les divers terrains, de débris d'animaux mal étudiés, mal connus, mal jugés et mal classés, parce qu'ils n'avaient pas de principes arrêtés.

Cependant ce n'était pas leur faute; car la zoologie ne pouvait réellement passer à l'état de démonstration que dans ces derniers temps; alors que les progrès successifs, ayant étudié suffisamment toutes les parties de la science, ont pu permettre d'en déduire la grande loi de la subordination des caractères et par elle de démontrer la série animale, pour arriver enfin à la spécification; ce qui était, en d'autres termes, prouver l'ordre et le plan de création des animaux.

Or, cette grande démonstration, essayée avant M. de Blainville, n'a pu être faite que par lui et à son époque par les raisons que nous venons d'indiquer. En conséquence, le besoin de la géologie ne pouvait être satisfait plus tôt, et ses erreurs ne doivent plus nous étonner; en voilà la raison, en même temps qu'une preuve nouvelle à ajouter à la thèse que nous avons soutenue avec M. de Blainville lui-même, sous son impulsion et sa direction, thèse démontrant l'influence réciproque et logique des diverses branches des connaissances humaines les unes sur les autres (1) pour arriver à constituer la philosophie.

C'est surtout dans ses cours, depuis 1808 jusqu'à présent, que M. de Blainville a élaboré et exécuté ce grand progrès. Nous ne nous arrêterons pas à énumérer ici ses nombreux travaux soit généraux, soit spéciaux, nous indiquerons seulement son cours de 1845 et 1846, des principes de la zoologie ap-

(1) *Histoire des sciences de l'organisation, comme base de la philosophie*, par MM. de Blainville et Maupied.

pliqués à la géologie, et son *ostéographie des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles pour servir de base à la zoologie et à la géologie*, ouvrage monumental dont une mort à jamais lamentable a arrêté le complément.

Tous les travaux de M. de Blainville, comme aussi toute la science des animaux et toutes les questions qui nous occupent en ce moment, se résument dans la grande et belle démonstration de la série animale. Nous avons exposé précédemment les principes de cette démonstration (1), et nous n'y revenons pas. Seulement il est important d'en rappeler quelques conséquences.

1° M. de Blainville a prouvé que la série animale se compose des animaux vivants et fossiles; que les fossiles viennent combler des lacunes, lier entre eux des chaînons de la série vivante; que, par conséquent, les fossiles appartiennent à la même conception, au même plan d'organisation animale que les êtres encore existants.

2° Il a démontré que cette série, ainsi conçue et complète, était harmonique avec les lois, les autres êtres, les circonstances et les milieux du monde actuel; d'où il suit que les fossiles appartiennent, comme les animaux vivants, à la seule et unique création harmonique du monde actuel; et que leur disparition qui se continue toujours n'est qu'accidentelle et une suite des changements divers qui s'opèrent continuellement dans les circonstances, les milieux et les conditions d'existence.

Par la zoologie donc devenue science de démonstration, comme par les faits géologiques mieux étudiés, croulent définitivement toutes les hypothèses, tous les systèmes de création antérieure aux six jours de la Genèse, de créations et de destructions successives et à de longs intervalles, correspondants aux jours mosaïques, dont on a voulu faire des époques indéterminées.

Mais la démonstration de la série animale a dû conduire M. de Blainville à la grave question de l'existence et de la démonstration des espèces animales; c'est, en effet, sur la spécification que repose la série animale, et c'est d'elle que découle la solution de la plupart des problèmes de paléontologie. Aussi

(1) Voir Leçons XXI et XXII, t. I.

sont-ce les paléontologistes qui ont fait sentir le besoin des principes de la spécification, sans laquelle il est impossible de faire de nouveaux progrès en zoologie et par suite en paléontologie. Les paléontologues posaient en principe que les fossiles n'appartenaient point à la série animale vivante; ils avaient prononcé qu'il n'y avait pas de singes fossiles, et pourtant il s'en est trouvé; ils créaient des espèces nouvelles sans règles et sans principes, ils les faisaient paraître et disparaître comme par un escamotage de baguette; en sorte qu'ils prétendaient tirer de ces créations arbitraires des preuves contre l'existence de la série animale, et ils introduisaient en géologie les problèmes les plus insolubles.

La science générale, ainsi ébranlée, avait donc besoin de la détermination des espèces, afin de résoudre une foule de questions qui n'avaient pu être posées qu'*à priori*, afin aussi d'arrêter les excès de la mauvaise direction introduite en paléontologie , où les caractères zoologiques de l'espèce étaient remplacés par la composition minéralogique et la position des couches, dans lesquelles on rencontrait des fossiles. Il fallait, en outre, que la spécification vînt montrer que, loin de briser la série animale, la paléontologie la confirmait, au contraire, en remplissant les lacunes des degrés d'animalité encore existants; d'où il suit qu'il faut réunir ce qui a été avec ce qui est, pour démontrer la série complète.

Acceptant cet axiome de Linnée : *Naturæ opus semper est species*, M. de Blainville démontre l'existence et l'immutabilité des espèces. Il donne la loi de leurs variations par les différences de climat et les changements limités des circonstances et des conditions biologiques, en sorte que tous les animaux ont une élasticité telle qu'ils peuvent se prêter aux changements gradués des circonstances; qu'ainsi une espèce venant à disparaître, n'entraîne pas pour cela la disparition de celles qui s'en nourrissaient, et qui la remplacent alors par une autre plus ou moins analogue, ou même totalement différente. Mais malgré leurs variations limitées en plus ou en moins, les espèces ne peuvent se transformer, comme l'ont avancé certains philosophes; au contraire, elles périssent lorsque les changements des circonstances harmoniques de leur existence sont trop

brusques ou trop considérables, ce qui prouve l'immut[illegible] des espèces.

Or, la spécification repose sur les mêmes principes [illegible] série animale. Linnée définit excellemment l'espèce : *Pe[illegible] individuorum successio generationis continuatione nascen[illegible]* la succession des individus naissants par la continuité [illegible] génération. L'espèce est déterminée par cette définition [illegible] l'est, en outre, par l'idée de la série ; elle est donc dé[illegible] nable, et dès-lors on peut arriver par la déterminati[illegible] nombre sérial des espèces à la prévision, qui montrer[illegible] dans telle ou telle partie de la série il y aura beaucoup [illegible] d'espèces fossiles. Linnée avait posé encore ici le vrai pri[illegible] lorsqu'il avait dit : *Species tot numeramus, quot diversæ [illegible] in principio sunt creatæ ;* nous comptons autant d'espèce[illegible] de formes diverses furent créées dans le principe. La [illegible] animale est, en effet, la série des formes fixes et détermi[illegible] sous lesquelles apparaît l'animalité, et se continuant to[illegible] les mêmes par la génération, car tout être se reproduisant r[illegible] duit par sa forme et suivant sa forme ; ce principe est p[illegible] quement et métaphysiquement vrai (1). Dès-lors la rais[illegible] la série animale sera le degré d'animalité traduit par la [illegible] extérieure de l'animal, et la loi de la spécification sera au[illegible] forme devenue spéciale, c'est-à-dire susceptible de se r[illegible] duire ; en sorte que la mesure du degré d'animalité p[illegible] forme générale et spécifique nous donnera l'ordre séri[illegible] espèces et la série animale sera démontrée jusque da[illegible] unités.

La prévision est alors facile ; quand, dans une portion [illegible] série les espèces se suivent et passent imperceptiblem[illegible] l'une à l'autre, il est évident qu'il n'y a pas de lacune [illegible] elles, et qu'elles sont toutes connues ; quand, au contrai[illegible] espèces ou les genres d'un même groupe sont peu sui[illegible] qu'il y a des lacunes entre leurs formes et leurs caractè[illegible] dégradation ou de gradation, c'est une preuve que tou[illegible] espèces ne sont pas connues, et qu'il en reste encore à t[illegible] soit vivantes, soit fossiles. Ainsi, dans les singes, les e[illegible]

(1) Voir Leçon xxv, t. II.

...rent et se rapprochent tellement qu'il est assez difficile ...isir des caractères spécifiques, différentiels; aussi n'en ...-t-on qu'un petit nombre à l'état fossile; il en est de ... des rongeurs. Dans les pachydermes vivants, au con... les espèces sont séparées par des hiatus, et par suite il y ...n grand nombre de fossiles. Parmi les mollusques à co... polythalames, nous avons tout au plus cinq à six es... vivantes, et à l'état fossile il en existe un très-grand ...re. Les hélices sont si nombreuses en espèces vivantes, et ...pèces sont si rapprochées qu'à l'état de fossile perdu, le ...re en est très-petit; les térébratules, au contraire, sont ...eu nombreuses vivantes, il y en a tout au plus douze à ...e espèces; à l'état fossile il y en a peut-être plus de cinq ... C'est donc toujours le même principe, vérifié dans la série : si vous avez beaucoup d'espèces, très-rappro..., vivantes, vous en trouverez très-peu de nouvelles fos..., et *vice versâ*, s'il y en a beaucoup de fossiles, vous en ...tez très-peu de vivantes et elles sont très-distantes les unes ...utres. Cette vérification de la prévision, qui est le terme ...ute science, a été un grand pas de fait dans la démons...n de la série animale, et par suite dans l'application de ...rincipes à la géologie.

...ais pour qu'il soit utile et profitable, il s'agit de bien sai...s vrais caractères spécifiques; c'est pour ne s'en être pas ...ccupés que les paléontologues ont commis tant d'erreurs, ...ont infiniment nui à la science générale, comme à la ...ogie et à la géologie.

...a série animale étant la série des formes spécifiques de ...imalité se reproduisant toujours les mêmes, le fondement ... l'espèce est nécessairement dans l'ordre sérial lui-même, ... dans les organes et le produit de la génération. Or, comme ... organes et ce produit sont le plus souvent impossibles à ...server, il a fallu chercher des caractères observables plus ou ...oins en rapport avec la génération, ce qui n'a pu et ne peut ...e fait que par l'étude comparée d'un grand nombre d'es...ces.

Voilà donc ce que c'est qu'une espèce : c'est, au métaphysique, ...e idée éternelle et immuable en Dieu même, et, au physique,

dans l'ordre créé, c'est l'image de cette idée éternelle et immuable, traduite par une forme nécessairement immuable elle-même, imprimée dans la matière animale. Mais il faut un moyen de la démontrer; or, pour bien connaître une espèce il faut l'étudier dans toute la gradation et la dégradation de son développement, dans sa production, son accroissement, son déclin et ses rapports avec les autres espèces voisines dans la série créée; dès-lors on doit comprendre combien sera difficile la détermination des espèces en paléontologie où l'on n'a souvent que des débris insignifiants.

Les caractères de l'espèce se tirent donc principalement de la génération et de l'ordre sérial. Les premiers se tirent des produits, des organes et des signes ou pavillons de la génération. Mais le produit et les organes étant très-difficiles à observer, il ne reste plus guère au zoologiste que les signes ou pavillons; ce sont des particularités d'organisation qui indiquent le sexe, l'état adulte ou le jeune âge, l'époque du rut; ainsi le phanon dans les taureaux et les cerfs; les bois des cerfs sont des appendices cutanés et caducs qui distinguent les mâles des femelles, et dont les particularités sont spécifiques. La robe, considérée dans sa couleur générale et dans son système de coloration, fournit des caractères spécifiques; il en est de même du système phanérique, des poils, des cornes dans leurs proportions, leurs formes et leur structure microscopique; les plumes des oiseaux sont dans le même cas; la proportion des pennes de l'aile, et de la penne polliciale, en particulier, la proportion, la position, la nature de la penne, fournissent de bons caractères.

Le système crypteux détermine encore plus l'espèce; ainsi le musc, la civette sont des produits sécrétés par des cryptes particuliers aux mâles; l'éléphant a deux fontaines crypteuses aux oreilles; le chameau en a derrière la tête; les cerfs ont leurs larmiers; le pecari porte des glandes sur le dos; nos chiens ont des glandes anales, etc. Tous ces cryptes entrent en turgescence et sécrètent leurs produits dans ces espèces à l'époque convenable pour la reproduction. L'organe vocal donne des différences assez notables entre l'adulte et le jeune âge; dans certaines espèces, comme le rossignol, le haut ne se

manifeste qu'à l'époque de la génération. On peut trouver de pareils caractères dans les autres classes de la série.

Mais les caractères spécifiques les plus importants sont ceux tirés de la raison sériale, cette raison est une différence en plus ou en moins portant sur ce qui constitue la nature de l'animal; or, c'est la sensibilité, ayant pour conséquence la locomotilité; et l'une et l'autre ayant leur siége à la périphérie de l'animal (1).

Les mammifères sont caractérisés par les poils, perfectionnement de la sensibilité; les oiseaux par la plume, phanère de locomotion et de protection; les reptiles par l'épiderme et les scutelles; les poissons par les écailles contenues dans le derme, le reste ayant disparu; les articulés, par leur enveloppe solide et fracturée et leurs membres; les mollusques par leur peau molle et l'appareil de respiration, le plus élevé qui fournisse chez eux des caractères; les rayonnés le seront par la peau et la forme générale. — Il suffira d'examiner les détails de ces caractères pour établir les classes, puis les ordres, les familles et les genres et enfin les espèces. — Ainsi, l'appareil de la sensation d'abord, celui de la locomotion ensuite, et enfin celui de la respiration, serviront à établir la spécification sériale dans les zygomorphes; les poils, les cornes sont des organes spécifiques; les dents le seront encore bien mieux; ainsi dans les mammifères la proportion du talon de la dernière dent ou dent de sagesse, donnera toujours rigoureusement l'espèce; il en est de même de la proportion de la partie carnassière et de la partie tuberculeuse de la dent principale chez les mammifères carnassiers. Dans les oiseaux la plume, le bec et les pieds fournissent les caractères spécifiques; dans les reptiles ce sont les scutelles épidermiques; dans les nudipellifères les dents, leur forme, leur absence, les cryptes parotidiens, des considérations prises du jeune âge, fourniront des caractères spécifiques, mais c'est déjà très-difficile. Dans les poissons, il faudra considérer le système des écailles, leur structure, l'opercule de ses épines, la disposition, la propor-

(1) Voir Leçon XXI, t. I.

tion, le nombre des épines, les dents, les branchies et, enfin, la forme générale du corps.

Dans les articulés ce ne sont plus des organes sensoriaux ajoutés à la périphérie, mais des appendices solides de l'enveloppe; d'abord la distinction en tête, thorax et tronc; le nombre des appendices; puis le nombre des articles des appendices; enfin des particularités de l'enveloppe, et des palpes maxillaires.

Dans les mollusques, des parties solides se déposent dan le derme et forment les coquilles; celles-ci sont en rappo avec l'appareil branchial; les coquilles, la peau et ses par cularités, la forme et la disposition du pied, etc., fourniss les caractères spécifiques. Mais ici la spécification devient d'a tant plus difficile que les particularités de l'enveloppe et mê de tout l'animal vivant, sont souvent hors de la portée l'observateur. C'est pour cela qu'on a été obligé d'avoir r cours à la coquille, mais elle est un produit et non un organ et si l'animal n'est pas dans des conditions convenables, produit s'en ressent.

Ainsi, dans les *venus pullastra* de nos côtes on ne trou peut-être pas deux coquilles semblables, à moins qu'elles soient tout-à-fait dans le même lieu. Le *murex lapillus* de n côtes, qui se nourrit de donaces, a une coquille petite et trè rugueuse, toutes les fois que l'animal est sur un rivage batt par un même vent. Toutes les fois au contraire que le lieu à l'abri du vent, et les donaces très-abondantes, le même an mal a une coquille très-grosse et presque lisse. De là les diff cultés énormes d'arriver à la spécification par la seule coquill même quand on la possède tout entière ; à plus forte raiso quand on n'a que des fragments ou des moules : c'est là ce qu rend la paléontologie des mollusques si difficile et ce qui a con duit à créer à volonté des milliers d'espèces qui n'en sont pas

Dans les actinozoaires les organes tendent à une simplifica tion analogue à celle des végétaux, puis l'individualité dispa raît. L'absence de l'animal, très difficile à saisir et à conserver offre les plus grandes difficultés pour la spécification; on donc encore été obligé d'employer le polypier, qui n'est qu'u

produit pierreux, susceptible d'être modifié dans sa forme par une foule de causes, pour arriver à la spécification; mais cela ne peut véritablement pas servir à la zoologie.

Les circonstances biologiques fournissent une autre sorte de caractère, parce qu'elles déterminent des modifications harmoniques dans certains organes et spécialement dans les organes des sens. Telles sont la trompe et les défenses de l'éléphant, le bec en spatule du héron spatule, le bec en ciseau de l'oiseau de ce nom, les modifications de l'oreille, de l'œil, des narines, de la langue, des dents, dans les mammifères, du bec dans les oiseaux, des palpes maxillaires dans les insectes, etc.; toutes ces modifications harmoniques sont spécifiques et peuvent exister dans tous les appareils de sensibilité et de locomotilité.

Dans leur ordre d'importance, d'après la loi de la subordination des caractères, les premiers de tous ceux que nous venons d'indiquer, sont les caractères tirés de la génération. Les seconds sont les caractères sériaux; les troisièmes, les caractères biologiques, sont individuels. Mais la distinction des espèces par l'ordre sérial même, deviendra de plus en plus difficile à mesure qu'on descendra dans la série, parce que les organes disparaissent et les caractères avec eux, puisque tout se confond; et au contraire elle sera d'autant plus facile qu'on s'élèvera davantage dans la série.

Mais, d'après tous les principes que nous venons d'exposer, toutes les fois qu'une espèce prétendue n'offrira pas une différentielle entre l'espèce précédente et la suivante, on peut être bien sûr que ce n'est pas une espèce, mais simplement une variété de l'une ou de l'autre. Et alors en paléontologie, par exemple, quand on n'a pas les éléments suffisants pour déterminer cette différentielle, on doit ranger ces êtres dans l'*incertæ sedis*, plutôt que d'embarrasser la science et de troubler ses conclusions par des prémisses insuffisantes. Mais au lieu de cette sagesse, on a eu l'envie d'attacher son nom à une prétendue espèce nouvelle, ou le désir d'étayer des hypothèses, et on s'est mis à créer, avec des fragments insignifiants d'une même espèce, plusieurs espèces qu'une étude plus approfondie a dû rejeter; ce qui n'empêche pas ces milliers d'espèces imaginaires de remplir encore les catalogues et les livres.

Comme conséquence de tous les principes logiques de la
cification, il est évident que les caractères tirés de la
tion et la plupart des caractères biologiques manquent
lument à la spécification des fossiles, qui dès-lors ne peut
être déterminée que par l'ordre sérial ; et cet ordre encore
posant sur les seules parties solides et susceptibles
conservées ; pour les ostéozoaires, ce sont les os et les
principalement ; pour les mollusques les seules coquilles
pour les rayonnés les polypiers, dont nous avons
presque nullité. La spécification des mollusques par les
coquilles est aussi très-difficile ; d'abord parce que la
est un produit et non un organe ; si l'on ajoute que le
léontologiste n'a pas toujours la coquille, mais le plus
des morceaux ou des moules plus ou moins déformés, n'
plus aucun des caractères importants de la coquille elle-
qu'en outre, les coquilles diffèrent encore suivant l'âge, le
la localité, et les circonstances biologiques, on comprend
haute difficulté des questions paléontologiques relatives
détermination des espèces, et la nécessité d'être zoologiste
zoologiste profond pour faire des déterminations qui
quelque confiance.

Si à ces difficultés on joint celles de la détermination des
rains, on comprendra qu'il y a toujours en géologie deux
connues dans le problème, savoir ce que c'est que le terr
ce que sont les espèces fossiles ; et comme l'arbitraire
pour beaucoup, il est souvent impossible de prononcer
le géologue répond au paléontologue par *X*, et celui-ci
à l'autre par *Y*.

Concluons donc, en définitive, que les esprits sages
se mettre en garde contre le charlatanisme des hypothèses
travailler à le bannir de la science, dont il est la mort.

Après avoir résumé les vrais principes de paléontologie
dés sur la zoologie, et introduits par M. de Blainville,
lons rappeler quelques-uns des faits qu'il a définitivement
statés dans la science.

D'abord, il a étudié tous les mollusques fossiles, connus
leur rapport avec les mollusques vivants, et voici les rés
qu'il est parvenu à démontrer. 1° Dans l'état actuel de

connaissances sur la distribution des espèces de coquilles dans les strates de tous les terrains, on peut dire que plus on s'approche de l'état actuel du sol, plus les coquilles sont nombreuses en espèces, et ces espèces sont plus rapprochées de celles encore vivantes. Les coquilles de la première classe, les céphalés, renfermant les poulpes, les calmars, les ammonites, les nautiles, les bélemnites, etc., ne nous sont généralement connues que dans les couches les plus inférieures des fonds de bassins marins, preuve qu'elles vivaient dans des eaux profondes, tandis que les mollusques de la seconde classe vivent plus généralement dans des eaux moins profondes; les animaux fossiles de cette première classe pourraient donc encore exister dans les mers les plus profondes, et il n'y aurait là rien d'étonnant; car il est impossible à un homme de bonne foi de dire connaître assez ni les espèces vivantes, ni les espèces fossiles pour oser se prononcer sur l'établissement des proportions entre les vivantes et les fossiles.

Cependant l'abondance de fossiles de la première classe dans les terrains les plus profonds, prouve que ceux-ci se sont déposés dans des mers profondes.

Il ne faudrait pas accepter néanmoins que toutes ces espèces ont disparu au-delà de ces terrains, car M. de Blainville lui-même possède une véritable bélemnite des terrains tertiaires, et parmi les nautiles, il y en a deux espèces vivantes et une prodigieuse quantité de fossiles, dans tous les terrains, depuis les plus anciens jusqu'aux plus récents.

2° Un second résultat, c'est que, dans la seconde classe, les céphalidés, il n'y a encore aucun genre linnéen bien net, qui ne soit fossile et vivant tout à la fois, sauf le genre bellérophon qui n'est connu que fossile; et ce fait général embrasse tous les terrains. Ces genres fournissent des espèces dans les deux états, mais dans des proportions différentes; en Europe le rapport des espèces fossiles et vivantes est inverse : ainsi quand il y a beaucoup d'espèces vivantes, il y en a peu de fossiles, et *vice versâ*. Cependant cette observation n'est applicable qu'aux espèces marines; car il est très-remarquable que les espèces d'eau douce et terrestres sont les mêmes à l'état vivant et à l'état fossile.

Le nombre des espèces fossiles s'accroît en général à
sure qu'on remonte aux terrains supérieurs, et diminu
contraire à mesure qu'on descend ; il en est de même po
formes et pour les genres : ainsi les patelles apparaisse
premières dans les terrains siluriens, dévoniens, etc., et
la série de leurs genres se trouve dans les deux états vi
et fossile. Il y a des formes qui ont traversé tous les ter
les cérites, les scalaires, les turritelles, les turbos, les ple
maires, etc., etc., se trouvent dans les terrains les plus
rieurs, et dans tous les terrains, même ceux qui se fo
maintenant.

La ressemblance avec les espèces vivantes est dans le
cas, à mesure qu'on s'élève, elle est plus considérable.

Il y a certains genres que l'on n'a encore rencontrés que
certaines formations, mais en très-petit nombre.

Les diverses espèces et les mêmes se trouvent dans des
rains très-différents.

Dans les *terrains siluriens*, ou *primaires de transition*
trouve des cérites, des turritelles, des buccins, etc., en
grand nombre, et l'on prétendait autrefois qu'il n'y en
pas.

Dans les *terrains carbonifères*, on trouve un grand no
de cérites, de rissoaires, de littorines, d'ampullacères, de
bos, de trochus, de patelles, de dentales, d'émarginule
cabachons, etc.; dans les *terrains inférieurs a la crai*
trouve un bien plus grand nombre de coquilles variées
dans les terrains précédents ; on y voit des cônes, des ptéro
des rostellaires, des strombes, des buccins, peut-être des
nies, des turritelles, des natices, des sigarets, des nérinées,

Dans la *craie* les fossiles sont très-rapprochés des pr
dents ; ce sont des volutes, des strombes, des rostellaires,
phasianelles, des turbos, etc., plus nombreux que pr
demment.

Au-dessus de la *craie* on trouve presque tous les genres
vants, et très-peu de la classe des céphalés.

Tout ce qui précède appartient aux espèces marines ; m
il est évident que les strates d'eau douce ont pu se former et
sont formées à toutes les époques ; or, la difficulté pour

ologues, c'est qu'il y a peu de différence entre les genres
iles et les genres vivants, si ce n'est pour les mélanopsi-
s que l'on ne connaît encore qu'à l'état fossile.

Dans les *terrains tertiaires* plus récents la plus grande res-
blance existe entre les espèces fossiles et les espèces vi-
tes.

Tel est l'état actuel de la science, quant à cette classe de
sques. Il est évident que, pour la géologie positive, l'étude
ssiles de cette classe qui appartient à trois milieux diffé-
est plus importante que celle des céphalés, parce que les
lidés peuvent conduire à l'étiologie des formations; il y
n effet des espèces marines, des espèces d'eau douce et des
èces terrestres; il y a des espèces littorales, pélagiennes et
encore de semi-pélagiennes. Il y en a qui ne sont jamais à
uvert des eaux, d'autres, au contraire, qui le sont souvent.
le bord de la mer, on voit que, suivant la direction du vent,
la marée, les bancs de coquilles s'accumulent par couches
ou moins horizontales et parallèles les unes aux autres;
es les espèces de cette classe sont dans ce cas, tandis que
les bivalves qui vivent par couches dans les baies, les
s sont déposés sur place. Il n'en est pas de même dans
douce, où les coquilles peuvent être transportées par les
ves, ou ensevelies dans les sédiments des lacs. — La géo-
e peut tirer de toutes ces circonstances des étiologies de
ations par sédiment ou par transport. Mais elle ne pourrait
également s'en servir, comme on l'a pourtant fait, pour
rminer le synchronisme, à moins que ce ne soit dans un
e bassin; encore moins pour déterminer l'ancienneté des
tes, ou l'époque du soulèvement des montagnes, parce qu'il
a pas d'éléments suffisants. Il est plus facile de déterminer
près ces faits les changements survenus dans les circon-
ces biologiques; mais comme une mer est plus ou moins
ée et peut quelquefois contenir des mollusques d'eau douce,
moin la mer Baltique où vivent des unios, et que des mol-
ques d'eau salée peuvent s'avancer dans les eaux douces et
mâtres, il ne faudrait pas toujours attribuer ces mélanges à
n transport.

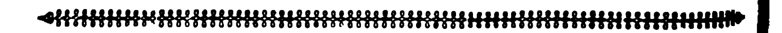
Enfin, à l'aide de ces faits on peut encore arriver à juger la

diminution proportionnelle des eaux douces et marines, et l'étendue des terres découvertes.

4° La classe des mollusques *acéphalés*, ou bivalves, vit beaucoup plus sous les eaux que la précédente; aussi fournit-elle moins de données à la géologie. Cependant il existe des fossiles de cette classe dans tous les terrains, et, quant à la proportion des espèces vivantes et fossiles, elle est à peu près dans le même cas que pour la classe précédente.

Ainsi, comme conclusion générale de tous les résultats que nous venons de résumer; 1° les mollusques fossiles appartiennent à la série animale dont les restes vivent encore; presque tous les genres linnéens fossiles sont encore vivants, et un grand nombre se trouvent les mêmes dans tous les terrains; en outre, il y a beaucoup d'espèces identiques aux vivantes, même dans les terrains les plus anciens; par conséquent, la série des mollusques n'a jamais été détruite tout entière, elle a toujours existé à peu près la même dans ses degrés depuis sa création unique. En outre, il y a toujours eu des mollusques marins, pélagiens, semi-pélagiens, de rivages et d'eau douce, par conséquent l'état de la terre n'a pas essentiellement différé, dans le passé, de son état actuel; seulement les proportions des eaux salées, des eaux douces, et des terres exondées ont pu varier.

La malacologie fossile renverse donc comme la géologie les hypothèses de créations antérieures à la nôtre, de créations et de destructions successives par périodes indéterminées.



LEÇON X.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE.

Après avoir exposé, d'après M. de Blainville, dans son cours des principes de la zoologie appliqués à la géologie, les résultats actuels de la science sur la malacologie fossile, nous avons à résumer les résultats démontrés par lui dans sa grande Os-

...ographie sur la paléontologie des mammifères. Mais nous ne mentionnerons que des faits bien vérifiés et nettement constatés.

Espèces de l'Inde fossiles et vivantes. — I. Dans l'ordre des ...mates (1), des os fossiles de singes ont été découverts dans ...de, où ils peuvent être rapportés à des espèces qui y vivent ...core, ils sont pêle-mêle avec des ossements d'animaux con...dérés comme perdus, et d'autres certainement encore exis...s dans ce pays.

...Espèce de singe. — M. Lartet a trouvé à Sansan, dépar...t du Gers, une espèce particulière de singe, qui semble ...médiaire aux gibbons et aux semnopithèques ou colobes ...frique ; ce fossile était avec des animaux perdus et d'autres ...core existants.

...es singes fossiles de l'Inde et de l'Europe sont dans un ...ain tertiaire moyen d'eau douce, et par conséquent d'une ...que bien antérieure à la dernière catastrophe que l'on a sup...é avoir donné la forme actuelle à nos mers et à nos conti...ts.

...apajous fos. en Amérique. — On a trouvé deux es...es, qui paraissent perdues, de sapajous en Amérique, pays ...des sapajous existent encore aujourd'hui ; c'est au Brésil ... M. Sund les a trouvés pêle-mêle avec des os d'animaux ...core vivants et beaucoup plus d'animaux perdus, dans le ...uvium des cavernes, creusées dans un calcaire secondaire (2).

Vespertilio murinus viv. et fos. Ch. Souris sérotine viv. et fos. — II. *Cheiroptères ou chauves-souris.* D'après Karg, ... a trouvé un fossile ou *vespertilio murinus* dans le schiste calcaire d'Œningen. — M. Cuvier avait parlé d'une espèce du genre vespertilio, trouvée dans le gypse de Montmartre avec les anoplothériums et palæothériums ; plus soigneusement étudiée par M. de Blainville, cette espèce fossile paraît être la même que la chauve-souris sérotine qui vit encore aujourd'hui aux environs de Paris.

Chauv. s. fossile. — On cite dans l'argile tertiaire de Londres deux dents de chauves-souris, qui ne semblent pas avoir leur identique vivant. — On mentionne une espèce de

(1) *Ostéog.*, liv. 1, 2, 3, 4. — (2) Id., 15ᵉ liv.

roussette dans le calcaire fissile de Solenhaufen ; mais il existe des doutes sur ce fossile qui pourrait bien être un ptérodactyle.

Dans une caverne de Saxe, on a trouvé un os des membres de chauve-souris avec des os de musaraigne, de taupe, d'oiseaux, de serpents et de crapauds, ainsi que d'ours, de gloutons, d'hyènes, de campagnols, etc.

Vespertilions noctuloïdes, pipistrelle. — On cite des fragments de vespertilions dans le diluvium des environs de Kostritz ; un noctuloïde, peut-être une pipistrelle, dans une brèche esseuse de Cagliari en Sardaigne, avec des ossements de lagomis ; une pipistrelle dans une autre brèche des environs d'Antibes, en Provence.

Les espèces actuellement viv. en Belgique y sont aussi fossiles. — Des cavernes à ossements des environs de Liége, M. Schmerling a décrit et figuré des crânes, des mandibules et beaucoup d'autres os du squelette des chauves-souris ; l'une a tous les caractères du grand rhinolophe (fer à cheval) de nos pays ; une autre paraît avoir appartenu au *v. mystacinus* assez commun en Belgique ; une troisième au *v. serotinus*. En sorte que, sans s'arrêter à décrire les nombreux ossements fossiles de chauves-souris trouvés dans ces cavernes , dans une position telle qu'il ne peut pas y avoir de doute sur l'ancienneté de leur conservation, « on peut assez bien assurer, dit M. de Blainville, qu'ils doivent être rapportés à des espèces actuellement vivantes dans le pays , comme l'avait admis d'une manière générale M. Schmerling. »

» En sorte, continue-t-il, que, dans l'état actuel de nos connaissances sur les ossements fossiles de chauves-souris...... l'on peut tirer les conclusions suivantes :

« 1° Des animaux de l'ordre des cheiroptères ou des chauves-souris existaient dans nos pays, et, par conséquent, à la surface de la terre, avant la formation des terrains tertiaires moyens de nos contrées septentrionales ou européennes, puisqu'on en a trouvé des restes indubitables dans la formation gypseuse des environs de Paris.

» 2° Ils étaient très-probablement contemporains des anoplothériums et des palæothériums, animaux très-vraisembla-

blement effacés aujourd'hui de la série animale vivante, puisque leurs ossements se trouvent dans les mêmes conditions géologiques.

» 3° Ils ont continué d'exister sans interruption depuis ce temps jusqu'à nous, et cela dans toutes les parties de l'Europe, puisqu'on en rencontre des restes dans le diluvium des cavernes et dans celui des brèches osseuses.

» 4° Ces chauves-souris si anciennes ne différaient que fort peu, si même elles différaient, des espèces actuellement vivantes dans les mêmes contrées.

» D'où l'on peut induire, comme conséquence rigoureuse, que les conditions d'existence qui leur sont nécessaires aujourd'hui étaient les mêmes à cette époque plus ou moins reculée de celle à laquelle nous vivons, et que, par conséquent, il n'y a rien de changé dans l'ensemble de ces circonstances, ou du moins, que ces changements ont été fort peu importants, et dans des limites de variations dont les *maxima* et les *minima* oscillaient comme aujourd'hui, sans influence appréciable sur les corps organisés.

III. *Insectivores*, taupe, musaraigne, hérisson (1). — Les taupes proprement dites ne sont connues vivantes jusqu'ici que dans l'ancien continent, et même principalement dans l'Europe septentrionale; la taupe ordinaire vit aussi dans la Barbarie, le Népaul; on en a cité aussi deux individus de l'Amérique du Nord; mais sauf cette exception, le nouveau monde ne possède que des taupes musettes (scalop et condylure) et encore n'existent-elles que dans la partie septentrionale. Dans tout le reste de ce vaste continent, depuis la Caroline jusqu'à l'extrémité la plus méridionale de la Patagonie, le genre taupe n'est nullement représenté, pas plus, il est vrai, que celui des véritables musaraignes et surtout des hérissons. L'ancien monde, dans sa partie méridionale, ne possède de taupes dorées qu'en Afrique, au cap de Bonne-Espérance, et peut-être en Gambie.

Les musaraignes proprement dites sont de toutes les parties du monde, excepté de l'Amérique méridionale, de la Nouvelle-Hollande et de la Polynésie.

(1) *Ostéog.* 6e livraison.

Les musaraignes d'eau sont essentiellement septentrionales, on n'en connaît ni d'Asie, ni d'Afrique.

Les musaraignes terrestres ne semblent pas exister dans le nord de l'Europe, ni même en Angleterre; mais à mesure qu'on se porte vers le sud, les musaraignes les plus communes appartiennent à la division du *sorex araneus* aussi bien en Europe qu'en Afrique.

Les musaraignes palustres à cinq dents intermédiaires supérieures et qui toutes ont des dents colorées, sont exclusivement septentrionales dans les deux continents, depuis la Suède jusque dans l'Europe la plus méridionale, dans le nôtre. Mais les espèces à dents blanches et à quatre fausses molaires sont au contraire, méridionales du midi de l'Europe, d'Afrique et de l'Inde. — Les musaraignes-écureuils sont d'Asie, principalement de l'archipel Indien, les Gerboises sont d'Afrique.

Les hérissons se trouvent seulement en Europe, en Afrique et en Asie.

Or, on a trouvé à l'état fossile :

Taupes vivantes et fossiles. — 1° Dans les cavernes des environs de Liége, un certain nombre de taupes qui ne diffèrent nullement de la taupe actuellement vivante dans nos pays.

Homme fossile. — 2° Des fragments de taupes avec des restes des animaux actuellement vivants en Europe, et aussi de rhinocéros et d'hommes, dans la terre argileuse qui recouvre le sol de la caverne gypseuse, près Kostriz.

Taupe ordinaire vivante et fossile à Sansan et en Auvergne. — *Condylure fossile à Sansan et vivant hors de l'Europe.* — 3° Dans le dépôt de Sansan et dans plusieurs localités d'Auvergne, la taupe ordinaire, mâle et femelle; une taupe qui se rapproche du condylure, lequel ne vit plus comme en Europe;

Des musaraignes et des hérissons.

Musaraignes vivantes et fossiles. — 1° La musaraigne *remifer* ou *fodiens* dans les brèches de Sardaigne;

2° Des dents de musaraignes ordinaires à Kostriz.

3° Dans les cavernes de Liége le *sorex araneus*, le *sorex vulgaris*, tous deux vivants encore aux environs de Liége.

4° A Sansan, un desman des Pyrénées; et dans les terrains

tertiaires d'eau douce de l'Auvergne un *sorex araneus;* et une grande musaraigne intermédiaire à la musaraigne et au hérisson; dans un terrain argileux fort analogue, un hérisson qui se rapproche du hérisson d'Europe.

Hérisson vivant et fossile. — 5° Le hérisson d'Europe dans les cavernes de Liége; et dans les terrains d'eau douce d'Auvergne, on a trouvé l'*erinacèus antiquus* qui paraît avoir quelque rapport avec le sarigue.

Ainsi les trois genres insectivores encore actuellement vivants en Europe se trouvent à l'état fossile dans les brèches osseuses du littoral de la Méditerranée, dans le sol des cavernes d'Allemagne, d'Angleterre, de Belgique et de France, dans un terrain tertiaire moyen des montagnes sous-pyrénéennes, enfin, dans un terrain d'eau douce d'Auvergne.

Les cinq ou six espèces qui ont été reconnues jusqu'ici, savoir : une taupe, trois espèces de musaraignes, un desman et un hérisson, ne diffèrent pas spécifiquement de celles qui existent actuellement à l'état vivant dans les mêmes pays. — Elles se trouvent pêle-mêle avec des restes d'animaux dont les uns vivent encore et les autres ne vivent plus dans nos contrées.

Les autres espèces, dont nous ne connaissons pas encore à l'état vivant les analogues, savoir : une taupe, *talpa antiqua;* une musaraigne, *erinaceus soricinoïdes;* un hérisson, *erinaceus arvernensis;* et un tenrec, *erinaceus centetes antiquus*, forment des espèces intermédiaires exclusivement à celles de l'ancien monde, et ont dû par conséquent y vivre.

D'où il faut encore conclure, comme nous l'avons fait à l'égard des singes et des chauves-souris, que depuis l'époque de la formation du diluvium et des terrains tertiaires moyens, les circonstances et milieux propres à entretenir la vie animale à la surface de notre globe n'ont pas changé.

IV. *Phoques* (1). — On a trouvé des restes fossiles de phoques en différents endroits de l'Europe, dans des terrains encore assez peu éloignés des bords de la mer, terrains tertiaires, peut-être même secondaires, dans les parties supérieures de la craie.

(1) *Ostéog.*, 7° liv.

Or, depuis l'extension de la navigation, les phoques sont devenus beaucoup plus rares dans nos mers; ils se sont réfugiés dans les mers du Sud.

V. *Carnassiers* (1). — Parmi les carnassiers, nous savons que les ours ont existé autrefois dans toute l'Europe, même dans le nord-ouest de la France, la Bretagne et dans l'Angleterre; qu'ils étaient un objet de chasse chez les Grecs, les Romains, et les peuples de l'Europe, jusque vers le XVe siècle; aujourd'hui ils sont confinés dans les parties les plus inaccessibles de nos Alpes et de nos Pyrénées.

Les petites espèces de carnassiers, comme les blaireaux et surtout les martres, les fouines, les belettes, les putois et les hermines, ayant pu échapper à l'action de l'homme par la facilité qu'ils ont de se cacher et de trouver aisément leur principale condition d'existence, étaient sans doute réparties à peu près comme elles l'ont toujours été. Mais il n'en est pas de même des grands carnassiers, des genres *felis*, *canis* et *hyena*.

Pour les hyènes, nous n'avons pas de preuves historiques de leur ancienne extension au-delà de ce qu'elles en ont aujourd'hui.

Nous avons, au contraire, des preuves indubitables de l'existence des lions et même des panthères dans les parties orientales et méridionales d'Europe, où il n'y en a plus.

Et même pour le loup nous avons la date certaine de l'époque à laquelle il a disparu d'Angleterre.

1° *Ours fossiles*. — Les ossements d'ours trouvés dans les cavernes avaient préoccupé les géologues dès avant Buffon; mais c'est à M. Cuvier et à ses imitateurs qu'est due la multiplication d'espèces fossiles nominales, mais sans réalités.

« Les procédés employés par M. Cuvier pour arriver à ce résultat étaient si spécieux, dit M. de Blainville, et en même temps si simples et si faciles, puisqu'il ne s'agissait presque que de prendre des mesures linéaires et angulaires, que cette manière de voir fut généralement adoptée, et malheureusement aussi cette manière de procéder, et l'on vit

(1) *Ostéog.*, 7° bis liv.

alors les paléontologistes devenir ostéologistes avec une facilité que je ne crains pas de taxer de déplorable, et dont nous ferons ressortir les fâcheux résultats sur la géologie rationnelle ou étiologique. »

Depuis ce moment, en effet, jusqu'à M. de Blainville, on a fait des espèces avec le mètre et le millimètre, souvent même sans savoir ce que c'était que l'ostéologie, et toujours dans l'ignorance des vrais caractères spécifiques;

Les excès ont été si loin qu'on compte dans les livres jusqu'à treize espèces d'ours fossiles perdues; 1° U. *Spelæus*; 2° U. *arctoïdeus;* 3° U. *priscus;* 4° U. *etruscus;* 5° U. *arvernensis;* 6° U. *minimus;* 7° U. *cultridens;* 8° U. *pitorrii;* 9° U. *metoposcairnus;* 10° U. *giganteus;* 11° U. *leodiensis;* 12° U. *neschersensis;* 13° U. *sivalensis*.

Mais M. de Blainville, mettant de côté le millimètre, démontre, par une étude approfondie et détaillée de l'ostéologie des ours vivants, sur quels caractères du squelette et surtout des dents reposent les caractères spécifiques; et après avoir prouvé que la proportion du talon de la dernière molaire inférieure donne toujours rigoureusement l'espèce, il a analysé toutes les différences d'âge, de sexe, celles qui existent entre les individus nés et élevés dans les prisons ou les fosses de nos ménageries, les seuls qu'on ait comparés aux fossiles, et les individus libres et dans toute la force de l'état sauvage. C'est avec tous ces éléments sérieux qu'il lui a été facile de démontrer la futilité des prétendus caractères spécifiques avec lesquels on a fait les treize espèces perdues.

CONCLUSION.

Il a prouvé 1° que *l'Ursus spelæus*, ou des cavernes, l'U. *giganteus*, *spelæus major*, *pitorrii*, *neschersensis*, *metoposcairnus*, sont des mâles de l'espèce vivante encore aujourd'hui en Europe, seulement dont les uns sont plus vigoureux que les mâles vivants et les autres absolument de même force; 2° que l'U. *arctoïdeus*, *leodiensis*, *priscus*, sont des femelles de la même espèce; voilà donc neuf prétendues espèces qui n'en sont qu'une seule et même, laquelle est encore vivante dans le pays où on en trouve des débris si considérables, qu'on a

compté près de 800 à 1000 individus, de tout âge, depuis le fœtus jusqu'à la dernière vieillesse.

Quant à l'U. *etruscus*, l'U. *arvernensis* et l'U. *minimus*, c'est encore une seule et même espèce, mais distincte de la précédente et plus petite, qui semble avoir représenté, dans l'Europe méridionale, l'U. *ornatus* de l'Amérique du Sud, et l'U. *malayanus* du sud de l'Asie.

L'U. *sivalensis* doit être rapporté à l'U. *labiatus* qui vit encore dans le pays où on l'a trouvé; on a aussi trouvé au Brésil des os de l'U. *ornatus*, qui y vit encore, et en Amérique des os de l'U. *americanus* qui y est également vivant.

L'U. *cultridens*, établi sur une canine assez singulière par sa grandeur et sa grande courbure, n'a été établi que sur une erreur qui avait fait croire que cette dent avait été trouvée implantée dans une mâchoire d'ours, ce qui a été trouvé faux, après vérification.

L'étude du gisement des ours fossiles les a montrés dans les terrains tertiaires d'Auvergne, dans ceux de Sansan, dans les terrains tertiaires de Gmünd et de Mergel, dans les terrains meubles du val d'Arno, dans le diluvium des brèches osseuses du périple de la Méditerranée; dans le diluvium des cavernes surtout, où l'on en a trouvé le plus grand nombre.

Ces cavernes sont creusées dans des formations calcaires, depuis celui de transition jusqu'à la craie inclusivement, et même jusqu'au terrain tertiaire, suivant les uns, moderne, suivant les autres, du midi de la France; à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau de la mer, depuis quelques pieds jusqu'à plusieurs centaines de toises; — ouvertes à des expositions très-différentes, mais, ce semble, en général, méridionales, et souvent plutôt artificiellement que naturellement; c'est-à-dire que l'ouverture actuelle n'est pas toujours celle par laquelle les os, ou les animaux dont ils proviennent, ont pénétré; — sur le versant des régions plus ou moins élevées et couvertes de forêts vers les grandes vallées et leurs affluents.

Ces ossements conservent encore leur gélatine; ils sont rarement réunis en portion de squelette; ils sont contenus ou enfouis à des profondeurs variables dans une argile plus ou

moins rougeâtre, plus ou moins marneuse, formant quelquefois des espèces de couches, souvent même dans une croûte de stalagmite plus ou moins épaisse qui les entoure ou les agglutine avec des cailloux roulés ou non en plus ou moins grande abondance, provenant de roches voisines ou éloignées, et quelquefois aussi, mais rarement, avec des ossements d'autres mammifères d'espèces indigènes, sauvages ou domestiques, et plus rarement encore avec des restes d'espèces exotiques qui ne sont plus connues en Europe, comme lion, hyène, éléphant et rhinocéros.

Fossiles humains. — Il semble même hors de doute que dans plusieurs cavernes du midi de la France et des environs de Liége en Belgique, ils sont accompagnés d'os de l'espèce humaine ou de quelques produits de ses arts ; d'où il semblerait que parmi les ossements d'ours conservés à la surface de la terre, et jusqu'ici recueillis, dans des conditions assez différentes, la très-grande partie aurait appartenu à l'espèce actuellement vivante dans le pays où ils ont été trouvés, et qu'une seule espèce de ce genre aurait cessé d'exister ; l'espèce étrusque, méridionale, qui, en Europe, complétait ce genre comme il l'est en Asie et en Amérique, espèce plus faible et habitant la partie de l'Europe la plus anciennement civilisée et en même temps peut-être la plus peuplée, ce qui a dû hâter sa disparition du nombre des êtres encore existants aujourd'hui. Que l'espèce existante était autrefois beaucoup plus nombreuse en individus, plus étendue dans les diverses régions de l'Europe ; qu'elle a commencé à y être enfouie dans les cavernes de tous les terrains, sitôt que ces terrains ont été exondés et creusés par les grands fleuves s'écoulant des forêts ; que ces ours ont diminué peu à peu, à mesure que les forêts ont diminué, que l'Europe s'est peuplée, puisqu'on les trouve avec des ossements humains, qu'on les suit depuis les terrains tertiaires, et depuis les cavernes des calcaires de transition jusqu'à celles des terrains récents ; qu'on les trouve encore existants dans toute l'Europe et objet de chasse pour les Grecs, les Romains, et tous les peuples de l'Europe jusqu'au quinzième siècle ; et qu'ils n'existent plus maintenant que dans les Alpes et les Pyrénées, où ils dégénèrent de plus en plus.

En sorte que l'état des choses par rapport à ce genre ne demanderait aucun cataclysme, aucun changement dans les conditions actuelles d'existence de la terre, mais seulement des progrès incessants dans le développement de l'espèce humaine en Europe. Nous arrivons donc aux mêmes conclusions que pour les phoques, les insectivores, les cheiroptères et les singes.

2° *Petits ours*, *subursus* (1), blaireau, telagon (mydaus), raton, coati, kinkajou, binturong. Toujours suivant les mêmes principes et la même étude sérieuse, M. de Blainville a démontré que l'animal trouvé dans le gypse de Paris et que M. Cuvier avait nommé tantôt *dasyure*, tantôt *coati parisien*, n'était ni un didelphe, ni un coati; mais bien un animal intermédiaire au blaireau et au mydaus, et il l'a nommé *taxotherium* : il a également désigné sous le nom de *palæocyon* (2) ou d'*arctocyon* (3), un animal perdu appartenant aux petits ours, et analogue par ses formes aquatiques aux loutres et aux cynogales.

Enfin, il a reconnu une forme voisine du kinkajou dans le grand carnassier dont M. Lartet a découvert un grand nombre d'ossements dans le dépôt célèbre de Sansan, et qu'il a fait connaître à l'Académie, sous le nom d'*amphicyon* ou de chien douteux. Ce genre perdu renfermait deux espèces : l'A. *major* et l'A. *minor*.

En sorte que le groupe des petits ours tel qu'il a été produit par la puissance créatrice, était composé ainsi qu'il suit : en Europe, meles ou blaireau, *taxotherium*, *palæocyon*, *amphicyon*; Afrique, nord, blaireau; Asie, *sivalarctos* fossile, meles, mydaus, ailurus, arctictis; sud Amérique, *procyon* fossile, nasua ou coati, cercoleptes ou kinkajou; nord Amérique, meles, *procyon lotor* fossile.

Les espèces fossiles étaient plus grandes que les vivantes; elles ont presque toujours été trouvées dans les terrains tertiaires et rarement dans le diluvium.

Le *palæocyon*, à La Fère, dans un grès tertiaire en contact avec la craie blanche, avec des ossements de tortues d'eau douce, de cyrènes, etc.

(1) *Ostéog.*, 9e liv. — (2) Ancien chien. — (3) Ancien ours.

L'*amphicyon major* dans le terrain tertiaire moyen d'eau douce de Sansan, avec des os de singes, de chauves-souris, de taupes, de desmans, de musaraignes, de mustelas, de viverras, de felis, de canis, d'hyènes, de différents rongeurs, de mastodontes, de dinotheriums, de chevaux, de cerfs, d'antilopes, parmi les mammifères ; d'oiseaux, de reptiles, d'amphibiens, avec des coquilles d'hélices, de bulimes, etc. Dans un terrain peut-être diluvien, à Avary, près de Beaugency, département de Loir-et-Cher, avec des ossements de mastodonte, de rhinocéros, de palæothériums, de ruminants, de trionix et de dynothériums.

L'*amphicyon minor*, dans les sables d'Eppelsheim, faisant partie du terrain tertiaire moyen, avec des os de felis, d'hyènes, de mastodontes, de dinotheriums, de tapirs, d'anoplotheriums, de chevaux, de cerfs, etc.; — à Digoin, Saône-et Loire, dans un calcaire marneux tertiaire ; — à Sansan, dans les mêmes conditions que l'amphicyon major ; — à Issoire, Auvergne, dans une sorte de conglomérat tertiaire d'eau douce, avec les mêmes animaux que ci-dessus.

Enfin, deux dents de ce groupe, peut-être d'un palæocyon, ont été trouvées dans le calcaire pisolithique de Meudon, intermédiaire à la craie et à l'argile plastique.

Dans les cavernes on a trouvé l'espèce encore vivante du blaireau.

Ces ossements étaient fort rarement réunis, jamais roulés, mais toujours plus ou moins brisés ou fracturés. — Ils existaient comme on vient de le voir pour chaque localité, confusément épars et dans le même état que ceux d'autres mammifères, de presque tous les genres de carnassiers, rongeurs, pachydermes et ruminants, comme cela a lieu encore aujourd'hui pour les espèces vivantes, et toutes terrestres ou d'eau douce.

D'où l'on peut conclure, comme pour tous les ordres précédents, qu'à l'époque où se formaient nos terrains tertiaires continentaux ou intérieurs les plus anciens, soit dans un golfe, soit dans un lac, la surface de la terre qui était couverte de forêts nourrissait des mammifères nombreux dans la même harmonie qu'aujourd'hui ; que leurs ossements pouvaient être entraînés, soit réunis, soit séparés, et souvent déjà brisés, avec les matières de diverse nature que roulaient les eaux atmosphériques

dans le lieu de dépôt où nous en trouvons aujourd'hui quelques-uns par hasard, sans qu'il y ait eu besoin de catastrophe, ni de changement dans les milieux ambiants pour en déterminer la destruction.

Que ces mammifères appartenant aux mêmes ordres, aux mêmes familles et aux mêmes genres linnéens, que ceux qui vivent encore aujourd'hui sur notre sol, ne sont cependant pas toujours d'espèces semblables, mais qu'ils viennent remplir d'une manière admirable les lacunes qu'offre aujourd'hui la série animale vivante; et que comme espèces les plus grandes, ce sont elles qui ont disparu les premières, ainsi que cela est en train d'avoir lieu sous nos yeux pour les espèces encore existantes à la surface de la terre.

3° Les *mustelas* (1) sont intermédiaires aux petits ours et aux viverras; les genres vivants sont les mouffettes, les ratels, les gloutons, les mélogales, les zorilles, les grisons, les putois, les martres, les loutres et les bassaris.

On a trouvé des preuves matérielles de l'ancienneté des espèces actuelles dans le diluvium des cavernes; les mouffettes et les taïras, au Brésil; le glouton, en Allemagne; la martre, en Belgique et en Auvergne; la fouine, en Belgique et dans les brèches de Baillargues; le putois, en Allemagne, en Belgique, en Angleterre et en France; la belette, dans les grottes de Liége, de Kirkdale, en Angleterre; la loutre commune, dans la caverne de Lunel-Vieil et dans les tourbes de Belgique. Toutes les espèces dont provenaient ces os étaient celles qui habitent encore aujourd'hui le pays où leurs ossements ont été trouvés fossiles.

On a également trouvé, en Europe, des traces de mustelas, qui n'existent plus aujourd'hui dans nos contrées, et qui peut-être ont disparu tout-à-fait du nombre des êtres vivants; mais alors elles ont été trouvées dans des terrains plus anciens et constamment d'eau douce; ce sont:

La *mustela genettoïde*, à Sansan; la *mustela plesictis*, dans les terrains tertiaires d'Auvergne; *lutra clermontensis*, en Auvergne; *lutra dubia*, à Sansan.

(1) *Ostéog.*, 10e liv.

Ainsi nous arrivons à la même conclusion que pour les groupes précédents; dans le genre des mustelas, il y a des espèces fossiles dans des terrains diluviens qui ne diffèrent en aucune manière de celles qui vivent aujourd'hui dans les lieux où elles ont été trouvées; mais il en existe d'autres dans des terrains plus anciens qui semblent avoir disparu de la nature vivante, et qui viennent combler les lacunes que nous remarquons dans la série de l'ordre des carnassiers, sans cependant y former aucune coupe, même sous-générique, nouvelle. Du reste, ces espèces perdues, si elles le sont réellement, existaient comme aujourd'hui avec des animaux de différents genres et de différentes classes : des singes, des insectivores aériens et terrestres, des ours, des petits ours, des felis, des canis, des viverras, des rongeurs, des pachydermes, des ruminants à bois et à cornes, des oiseaux, des tortues, des lézards, des serpents, des crustacés, des mollusques terrestres et d'eau douce, c'est-à-dire dans une harmonie qui ne différait de ce qui existe aujourd'hui dans nos climats que parce qu'elle était plus complète.

4° Les *viverras* (1) sont intermédiaires aux mustelas et aux felis, dans cet ordre : les paradoxures; les mangoustes comprenant l'ichneumon, le surikate; les civettes et enfin les genettes qui passent aux felis.

L'Europe n'en possède aujourd'hui qu'une seule espèce déjà fort rare et limitée à ses parties les plus méridionales et occidentales, en Espagne et en France, la genette.

L'Afrique en possède des trois divisions, mais surtout de celle des mangoustes, des civettes et des genettes, réparties dans toute sa surface et s'étendant même jusqu'à Madagascar.

L'Asie est dans le même cas, mais elle nourrit surtout des espèces plantigrades ou paradoxures en grand nombre, aussi bien sur le continent que dans l'Archipel. Il n'y en a aucune espèce dans les autres parties du monde.

Des pièces fossiles ont été trouvées à l'état fragmentaire, mais anguleuses et non roulées, entièrement amputées et enveloppées, le *viverra parisiensis* (espèce plantigrade, dans le gypse tertiaire de Paris; le *viverra antiqua*, espèce de civette,

(1) *Ostéog.*, 11e liv.

dans le dépôt tertiaire d'eau douce d'Auvergne; le *viverra zibethoïdes*, espèce de zibeth, le *viverra exilis*, espèce de genette, dans le dépôt tertiaire de Sansan; le *viverra gigantea*, espèce de mangouste, dans les argiles pyriteuses, tertiaires inférieures de Soissons.

Ces ossements fossiles se sont trouvés associés à Paris avec des os de chauves-souris, de subursus, de martres, de canis, de pachydermes, ou d'ongulés des genres perdus, anoplothériums, palæothériums, et autres voisins, de didelphes, d'oiseaux, de tortues et de poissons d'eau douce; en Auvergne, avec des restes d'animaux encore bien plus nombreux appartenant à toutes les classes et à un grand nombre de familles et de genres encore existants ou perdus; à Soissons, à des fragments d'un bien plus petit nombre d'espèces de mammifères et de poissons, sans doute plus par défaut de recherches suffisantes que pour toute autre cause.

Nous pouvons donc conclure qu'avant l'époque à laquelle se sont formés les terrains tertiaires moyens ou inférieurs, de nature gypseuse, calcaire, arénacée ou argileuse, qui se trouvent répandus méditerranéens à la surface de notre sol, existaient dans les forêts et les bois qui en garnissaient la plus grande partie, plusieurs espèces de viverras, très-probablement des trois ou quatre sections qui constituent le grand genre aujourd'hui, et qui en ce moment ne se trouvent à la fois qu'en Asie, espèces qui ont disparu comme nous voyons aujourd'hui disparaître peu à peu la genette, et même la civette et l'ichneumon, quoiqu'à moitié domestiques. Ainsi, autour de nos lagunes et de nos golfes qui nourrissaient alors des crocodiles, habitaient aussi des ichneumons, comme cela a encore lieu dans quelques points déjà rares de l'Égypte.

5° Le genre des *felis* (1) constitue cette juste part de la création chargée, dans l'harmonie universelle des êtres, de maintenir à la surface de la terre l'équilibre dans le monde animal, et d'empêcher les races herbivores de s'étendre et de pulluler outre mesure, ainsi qu'elles y sont naturellement portées par suite de l'état abondant et immobile de la nourriture qui leur

(1) *Ostéog.*, 12e liv.

suffit; puisqu'à Saint-Domingue, où n'existaient que des chiens, des lapins et des serpents inoffensifs, une seule vache avait produit, en 26 ans, huit cents individus de son espèce.

Les caractères spécifiques de ce groupe de carnassiers assez faciles pour les espèces vivantes, sont, au contraire, extrêmement difficiles à distinguer dans les fossiles à cause de la grande similitude du système dentaire et des diverses parties du squelette; aussi les paléontologistes ont-ils ici multiplié les espèces, la plupart du temps sans pouvoir les caractériser. Nous allons les résumer telles que M. de Blainville les a réduites par sa méthode rigoureuse et son étude si profonde.

Première espèce felis *spelæa, tigris cristata;* 2° F. *leo, aphanista, prisca;* 3° F. *antiqua* (panthère), *leopardus, arvernensis, pardinensis, ogygea;* 4° F. *onça* (once), F. (*cynailurus*) *minuta;* 5° F. *cultridens;* 6° F. *megantereon;* 7° F. *palmidens;* 8° Felis *quadridentata;* 9° F. *macrura;* 10° F. *lynx ou lyncoïdes; antediluviana, issiodorensis, brevirostris, engiholiensis, serval;* 11° F. *subhimalayana;* 12° F. *catus* (chat), *ferus, magnus, minutus.*

Voilà donc douze espèces qui, si l'on en croyait les catalogues des paléontologistes, en formeraient ving-huit et presque toutes perdues.

Or, parmi ces espèces, la plupart appartiennent aux divisions actuellement connues de ce genre, lesquelles sont au nombre de plus de quarante espèces; mais, il en est qui constituent deux nouvelles divisions, l'une qui offre quatre molaires en haut et quatre en bas, d'où son nom de *quadridentata;* l'autre remarquable par la longueur et la forme de la canine supérieure, et qui sans doute formait une division parmi les lynx; c'est le F. *cultridens* et *megantereon.*

Les fragments sur lesquels reposent ces espèces ont été recueillis, un grand nombre en Europe, et surtout dans l'Europe centrale, sur les confins de l'Allemagne, en Belgique, en Angleterre, en France, surtout dans la France méridionale, et en Italie dans sa partie septentrionale; — en moins grand nombre dans l'Inde; — et en très-petit nombre en Amérique : — dans des conditions géologiques très-différentes, depuis les terrains tertiaires moyens jusque dans le diluvium des cavernes et de la

surface libre, et peut-être même dans l'alluvion moderne, dans les argiles d'Angleterre, dans les calcaires tertiaires marins du Languedoc, etc. — Ces ossements partout en assez petit nombre, et jamais comparables à ce que nous avons vu pour les ours, étaient fort rarement rapprochés comme provenant d'un même individu, si ce n'est peut-être dans la caverne de Liége et surtout dans celle de Lunel-Vieil, où les os recueillis semblaient provenir d'un seul individu de *F. spelæa*. — Ils ne sont presque jamais roulés et sont, dans le plus grand nombre des cas, fracturés; leur association est extrêmement variée entre eux et sous le rapport des espèces animales avec les fragments desquels ils se trouvent, ce sont des rongeurs, des ruminants et autres herbivores, des coquilles d'eau douce; et dans deux localités, le crag d'Angleterre et le calcaire marin de Montpellier, des animaux marins. Pas un peut-être de leurs ossements n'est en place, et les dépôts de nature très-différente dans lesquels ils se trouvent, sont toujours sous le versant de montagnes ou de pays élevés peu distants.

Il faut ajouter à tous ces faits qu'il existe encore des espèces de ce grand genre en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique; qu'autrefois il y avait en Europe des espèces qui n'y sont plus, par exemple, les lions qui vivaient encore en Grèce du temps d'Aristote; qu'il en existait en bien plus grande quantité sur le périple de la Méditerranée du temps des Romains, puisqu'il a paru dans les cirques de Rome, dans un espace de 500 ans, depuis l'an 176 avant Jésus-Christ jusqu'à Justinien, près de trois mille panthères provenant du périple de la Méditerranée, deux mille deux cents lions de la même provenance, vingt-deux mille trois cent soixante et quelques, soit lions, panthères, tigres, lynx et autres; ce qui donne en tout près de vingt-sept mille six cents. Aussi sous l'empereur Probus, le nombre des animaux féroces était tellement diminué qu'on fut obligé de faire entrer dans les jeux des animaux non carnassiers. Les empereurs de Constantinople continuèrent encore à réunir et même à nourrir des animaux féroces, jusqu'au temps des croisés qui se virent assaillis par des lions et des léopards que l'empereur Alexis avait fait lâcher contre eux. Ce même usage de nourrir de tels animaux s'est conservé par la plupart des princes européens jusqu'aux derniers siècles. — Voilà une preuve non équivoque

assurément de l'action de l'homme sur la diminution des animaux; les peuples ont presque tous été chasseurs dès l'origine. Qui peut dire combien d'espèces maintenant éteintes existaient encore, même du temps des Romains? Les auteurs qui parlent de ces animaux en mentionnent un assez bon nombre auxquels nous ne pouvons plus appliquer les noms qu'ils leur donnent. D'un autre côté, leurs descriptions ne sont ni assez spécifiques, ni assez caractéristiques, pour qu'on puisse se flatter de reconnaître toutes les espèces dont ils ont parlé. Il n'y aurait donc rien d'étonnant quand des espèces que nous ne retrouvons plus qu'à l'état fossile, auraient cessé d'exister depuis les premiers siècles de notre ère.

Toujours est-il que depuis le temps où se produisaient, par la dégradation des formations précédentes, les terrains tertiaires moyens, jusqu'à celui où notre sol a été recouvert de l'énorme couche de diluvium qui s'observe sur une grande partie de l'Europe, il a constamment existé dans les vastes forêts qui la couvraient alors, un assez bon nombre d'espèces de felis de taille extrêmement différente depuis celle d'un petit cheval jusqu'à celle de notre chat; espèces qui étaient pour les populations si abondantes alors de ruminants et de pachydermes, comme nous le verrons plus loin, ce que sont aujourd'hui les felis d'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique, pour les herbivores de ces parties du monde. Avec la diminution et la disparition de ceux-ci, déterminées sans doute par celles des forêts et par les inondations partielles et générales, ont dû successivement diminuer et disparaître les espèces carnassières créées pour l'harmonie des êtres; mais il semble que leur disparition a précédé celle des autres espèces moins éminemment disposées pour ne manger que de la chair; ainsi les ours et les petits ours, qui peuvent suppléer la chair, ont persisté plus longtemps. Du reste, il serait impossible de fixer, même géologiquement, l'époque de leur disparition complète, puisque des espèces ont pu exister encore dans les premiers siècles de notre ère.

La plupart de ces espèces étaient plus ou moins analogues à celles qui existent aujourd'hui dans les deux grandes parties de l'ancien continent, mais il s'en trouvait aussi qui paraissent ne plus exister actuellement à la surface de la terre, et qui

remplissent des lacunes de la série ; ainsi le F. *quadridentata* vient lier les felis aux canis.

D'après cela, il est évident qu'il ne faut certainement pas regarder avec M. G. Cuvier (*Ossements fossiles*, IV, p. 495), comme incontestable, que les tigres et les lions, petits et grands, vivaient en même temps que les ours et se retiraient dans les mêmes cavernes, où l'on trouve leurs os pêle-mêle avec les leurs et avec ceux des hyènes ; parce que sans être tout-à-fait une plaisanterie géologique, comme M. Schmerling qualifie cette assertion, c'est au moins un contre-sens géologique, les animaux de ces trois genres n'étant pas de nature à frayer le moins du monde ensemble, et vivant, au contraire et constamment, chacun de la manière la plus solitaire et même pour les individus de leur espèce. — Enfin le gisement des felis fossiles et leur réunion dans les mêmes localités avec des espèces éteintes et d'autres encore vivantes, nous amène toujours à la même conclusion que pour les groupes précédents, à savoir, qu'il n'y a point eu de cataclysme, ni de grandes révolutions, ni de changements bien notables à la surface du globe, depuis leur apparition.

6° Le genre *canis* (1), loup, renard, chien domestique, chacal, se trouve mentionné de toute antiquité ; le chien domestique, *canis familiaris*, n'a jamais été connu à l'état sauvage, c'est une remarque importante à faire.

C'est dans les terrains tertiaires que l'on commence à trouver des canis fossiles : 1° dans l'argile plastique, calcaire pisolitique de Meudon, le C. *viverroïdes*, espèce perdue ; 2° la même espèce se retrouve dans le gypse avec le C. *lagopus parisiensis*, espèce encore vivante ; 3° le renard dans les schistes d'Œningen ; 4° le loup, le chacal et le renard, dans le val d'Arno ; 5° le C. *brevirostris*, *issiodorensis*, *neschersensis*, *borbonidus* ou *megamastoïdes*, cinq ou six espèces d'Auvergne qu'on a cru ne pouvoir rapporter aux espèces actuelles d'Auvergne, mais peut-être à défaut de matériaux suffisamment caractéristiques ; 6° dans la plupart des cavernes du diluvium de l'Europe, le loup, le renard et le chien domestique ; 7° dans les cavernes

(1) *Ostéog.*, 13° liv.

du Brésil, le *canis azaro* et des restes de canis brachythéliens, espèces encore vivantes dans ce pays.

On peut en dire autant des brèches osseuses. Enfin, les alluvions, les tourbières, ont souvent montré des restes fossiles du loup et du chien domestique, comme sans doute il continue de s'en former de nos jours.

Les os de canis sont avec des ossements de tous les genres de mammifères herbivores et carnassiers, de mollusques et de poissons d'eau douce; avec des espèces perdues et des espèces encore existantes; ils nous amènent donc à la même conclusion que les genres précédents.

7° *Hyènes* (1); nous ne connaissons plus que deux espèces d'hyènes à l'état vivant, peut être trois : l'hyène tachetée, l'hyène rayée, et l'hyène douteuse ou fauve, qui n'est probablement qu'une variété de l'hyène rayée.

L'hyène vulgaire et rayée est la plus généralement répandue en Asie et en Afrique, partout où existe le chacal; l'hyène rayée existe surtout dans le midi de l'Afrique. Il est assez probable que de mémoire d'homme une espèce d'hyène a vécu en Europe. Mais il est certain que cette partie du monde a nourri autrefois et même jusqu'en Angleterre une espèce un peu moins carnassière que celle du Cap l'H. *spelæa*, et dans le midi de la France une autre intermédiaire à celle-ci et à l'hyène des cavernes, mais très-probablement peu différente de cette dernière.

Les paléontologistes ont multiplié les espèces d'hyènes comme celles de tous les autres genres; les voici réduites a leur nombre plus probable : 1° l'hyène vulgaire, vivante et fossile; l'H. *prisca* ou *Mons-pessulana* fossile, *arvernensis* fossile, *fusca* vivante, qui ne forment qu'une seule espèce; 2° l'H. *perrieri* fossile; 3° l'H. *intermedia* fossile; 4° l'H. *spelæa major* et *minor* également fossiles, surtout dans la partie moyenne de l'Europe; 5° enfin, l'H. *crocutta*, ou H. tachetée, de laquelle se rapproche beaucoup l'hyène des cavernes.

Les traces fossiles d'hyènes commencent à se montrer dans les terrains tertiaires, dans la molasse et dans le gypse, dans le val

(1) *Ostéog.*, 14° liv.

d'Arno en Italie, et dans les monts Sivaliens en Asie; puis dans le diluvium des cavernes en Allemagne, en Angleterre, en Belgique et en France; dans un diluvium libre, ou même dans l'alluvion ancien de Lawfort en Angleterre, à Fontainebleau et aux environs de Paris, et surtout dans la montagne de Perrier, près d'Issoire, en France. On en a aussi annoncé dans le grand dépôt tertiaire d'Eppelshein, mais cela n'a pas été confirmé.

Le nombre des ossements d'hyènes, trouvés à la fois dans les différentes localités citées, est bien moins considérable que celui d'ours, par exemple, et qu'on ne le croit généralement d'après l'une des plus célèbres, celle de Kirkdale. En effet, la liste exacte de tous les fragments d'hyènes mentionnés par les différents auteurs, dans toutes les localités, porterait au plus le nombre d'individus de 230 à 240; si l'on voulait regarder chaque fragment, ainsi qu'on l'a fait, comme constituant un individu, le nombre serait beaucoup plus considérable; mais cela est impossible et, dans la plupart des cas, démontré faux.

Dans toutes les localités où l'on trouve des ossements d'hyènes, ils y sont pêle-mêle, et souvent fragmentés, brisés, plutôt les os longs que les os courts, plutôt la mandibule qu'une autre partie, avec ceux de toutes sortes d'animaux terrestres, mammifères, herbivores et carnassiers, oiseaux et reptiles, et même dans quelques localités avec des ossements d'homme, comme s'en sont assurés bien positivement M. Schmerlingen, en Belgique, et M. Marcelle de Serres, dans les cavernes du midi de la France.

D'après ces circonstances, et aussi d'après l'étude du gisement de ces os d'hyènes, qui sont le plus souvent brisés, fracturés, roulés, souvent enfouis ou dans des couches argileuses, ou dans une sorte de brèches stalagmitiques, et même collés au plafond de la caverne, on ne peut accepter que l'hyène se retirait dans les cavernes où on les trouve, et que c'est elle qui y a apporté les ossements des autres animaux qu'on y rencontre avec les siens. Outre les faits géologiques, on oppose encore à cette manière de voir, proposée par M. Buckland et acceptée par M. Cuvier, les mœurs de cet animal, qui, se nourrissant de cadavres, les mange toujours sur place, au lieu de les emporter en

totalité ou en partie dans sa retraite. Il ne faut pas non plus regarder, avec M. Cuvier, l'absence d'ossements humains, dont la présence a été constatée d'ailleurs dans plusieurs localités, comme une preuve que l'espèce humaine n'existait pas à l'époque du dépôt des ossements dans les cavernes; car s'il est vrai qu'aujourd'hui les hyènes, comme les loups, comme les chiens mêmes, s'attaquent quelquefois aux cadavres d'hommes dans certaines circonstances de nécessité absolue, ce n'est pas une raison pour qu'elles l'aient fait à des époques où nos pays, beaucoup moins peuplés d'abord, étaient de plus couverts de forêts, et où les ruminants, leur pâture harmonique, étaient si abondants en individus et même peut-être en espèces. Ces races nombreuses de cerfs, de bœufs et de chevaux, ont disparu en très-grande partie, parce que les hommes ont abattu les forêts, anéanti, ou au moins grandement diminué les pâturages libres et se sont prodigieusement multipliés, et dès-lors l'une des deux espèces d'hyènes qui habitait notre Europe s'est retirée et s'est concentrée uniquement dans les deux autres parties de l'ancien monde; l'autre a complétement disparu.

Ainsi nous retrouvons pour ce genre de mammifères carnassiers, ce que nous avions reconnu pour la plupart des autres, et surtout pour les félis et les canis; c'est-à-dire qu'avec le grand nombre d'animaux qui peuplaient si abondamment nos antiques forêts, et qui ont disparu en grande partie, vivaient pour ainsi dire proportionnellement, non-seulement des espèces carnassières sanguinaires hardies, agissant courageusement corps à corps comme les premiers, ou plus habilement, et en s'associant, dans leur chasse, comme les seconds, pour attaquer de vive force, et qui les dévoraient vivants; mais encore des espèces moins courageuses ou moins féroces, moins franchement carnassières, et par conséquent plus hideuses, auxquelles étaient réservés leurs cadavres; les hyènes étaient ici ce que, chez les oiseaux de proie, les vautours sont à l'égard des faucons. Ainsi, l'harmonie des principales espèces animales était alors, en Europe, au moins aussi parfaite qu'elle l'est aujourd'hui; si même elle ne l'était réellement davantage comme plus voisine de l'époque où elle était sortie de la conception créatrice, et

nécessairement alors moins dérangée par le développement fatal de l'espèce humaine.

V. *Ordre, gravigrades.* — 1° *Lamentins* (1) ou gravigrades, éléphants aquatiques. Les lamentins, qu'on avait à tort rangés parmi les cétacés, sont de vrais éléphants profondément modifiés, non-seulement pour chercher leur nourriture exclusivement végétale dans l'eau douce et salée, mais encore pour y exercer tous les autres actes de la vie. C'est ce qui est démontré par la discussion de leur histoire dans la science et par leur comparaison avec les cétacés et les éléphants; par la forme générale, par la considération de la peau, des organes des sens et de toute l'organisation, après avoir exposé en détail le système osseux et le système dentaire, pour en faire sortir les caractères spécifiques sériaux applicables à la paléontologie.

Les espèces n'offrant que des nuances différentielles de dégradation dans le système dentaire, ne déterminant aucune différence tranchée dans les mœurs et les habitudes, ne doivent former qu'un seul et unique genre, renfermant à l'état vivant quatre espèces bien distinctes: 1° le lamentin de l'Inde ou dugong; 2° le L. du Sénégal; 3° le L. d'Amérique; 4° le L. de Steller ou Boréal. — Les lamentins du tabernacle (M. halicore), de l'Orénoque, Latirostre, ne sont pas suffisamment distincts pour constituer des espèces et doivent être rapportés aux précédentes ; à l'état fossile, il y a deux nouvelles espèces: 1° le L. de M. Cuvier (M. *Metaxytherium*); le L. de M. Brocchi (M. *Cheirotherium*).

Mais le L. de Schinz (M. *pugmeodon*), le L. Douteux (*halitherium*), le L. de Cuvier (*metaxytherium Cuvierii*), le L. de Studer (M. *halianassa*), le L. de Christol (M. *halitherium*), ne sont pas assez caractérisés pour constituer des espèces.

Tous les lamentins ont été trouvés dans d'anciens golfes; dans le golfe de la Loire, aux environs d'Angers et de Rennes; dans les golfes du Rhône, à Montpellier, de la Garonne, du Rhin, du Danube, dans celui de la Seine, du Pô et du Nil.

Les lamentins sont le plus souvent réunis en squelettes ou parties de squelettes, dans les divers terrains tertiaires. D'après

(1) *Ostéog.*, 15° liv.

la position de ces os sur les bords de la mer ou sur ceux d'une embouchure de grands fleuves, la nature des autres corps organisés, concomitants, diffère, ces corps pouvant être marins ou terrestres.

Ainsi, comme résultat général, on doit reconnaître que deux ou trois espèces distinctes de mammifères aquatiques, d'un genre qui ne se trouve plus en très-grande partie aujourd'hui qu'entre les tropiques, ont existé anciennement dans tous les grands golfes de nos mers de l'Europe centrale et méridionale; mais ce n'est pas une raison pour en conclure que nos pays jouissaient, à cette époque, d'une température plus élevée, d'autant plus qu'il en existe encore aujourd'hui une espèce dans la mer Glaciale. C'est aussi une nouvelle preuve que les espèces fossiles, dont nous ne connaissons plus les analogues, ne sont que des termes éteints de la série animale, produite par la pensée de la puissance créatrice, et nullement, comme on l'a dit trop souvent, et comme on le répète encore tous les jours, des restes d'une ancienne création qui aurait fait place à une nouvelle plus parfaite, ainsi qu'il est si facile de le dire, sans pouvoir donner aucune preuve légitime en faveur d'une opinion aussi hasardée.

2° *Éléphants* (1). Ce genre renferme les espèces à dents lamelleuses, éléphants, et les espèces à dents mamelonnées, mastodontes. Il n'y a point, en effet, d'autre distinction qui puisse permettre d'en faire deux genres; toute l'organisation est la même, et, de plus, leurs dents se ressemblent pour tout le reste, sauf pour la couronne plus ou moins prononcée. On peut donc en conclure que, comme les éléphants actuels, les éléphants de l'ancien monde vivaient, et peut-être encore plus, dans les grandes vallées, sur les bords des grands fleuves, sur ceux des golfes, de leur embouchure, et qu'ils s'y nourrissaient des arbustes et des plantes grossières qui y croissent en abondance, se vautrant dans les eaux peu profondes et dans la vase, comme le font la plupart des pachydermes actuels. D'après cela, les espèces à dents lamelleuses et celles à dents mamelonnées, forment un ordre sérial des espèces les plus éloignées aux

(1) *Ostéog.*, 16e et 17e liv.

plus rapprochées des dinotheriums qui doivent suivre, et qui semblent véritablement intermédiaires aux gravigrades terrestres et aux gravigrades aquatiques ou lamentins.

Les éléphants d'Asie et d'Afrique ont été, dans les temps anciens, souvent employés dans les guerres; et sans parler de leur nombreux emploi chez les autres peuples, on compte, dans un espace d'environ quatre cents ans, six cents éléphants au moins transportés et morts en Italie, et par conséquent on voit comment il a été possible de supposer que leurs grands os, et surtout leurs dents, ont pu avoir été entraînés par les inondations et ensevelis dans les couches alluviales où on les trouve à divers degrés de conservation. — Cette hypothèse sur l'origine de tout ou partie des ossements d'éléphants que l'on trouve en Italie, semblerait être confirmée par l'opinion de M. Armandi, qui pense que les empereurs romains, à l'époque où les spectacles du cirque étaient le moyen le plus certain de conquérir et de conserver la faveur populaire, avaient formé des lieux de dépôts où ces animaux étaient nourris, entretenus, et, bien plus, avaient établi une espèce d'hôpital où ils étaient soignés lorsqu'ils étaient malades.

Mais si l'on peut attribuer à cette cause quelques-uns des ossements d'Italie, il n'en est pas de même de l'immense quantité d'éléphants dont on a trouvé les restes fossiles en Europe; ceux-ci ont certainement vécu dans les pays où on les trouve; en effet, ils se rencontrent tous dans les grandes vallées des grands fleuves, sur les versants, aux mers et aux grands golfes, dans des directions en rapport avec le cours des eaux; en outre, on les trouve mêlés avec les restes d'autres animaux encore indigènes, et même avec des ossements humains.

La spécification des éléphants lamellidontes, applicable à la paléontologie, repose uniquement sur la structure des dents molaires, dont les lames composantes offrent, par l'usure des rubans d'émail à bords parallèles, comme dans l'éléphant d'Asie, ou bien anguleux vers le milieu, d'où résulte des lozanges, comme dans l'éléphant d'Afrique, et dans le nombre notablement différent des collines. — Or, d'après ces caractères, toutes les prétendues espèces fossiles d'Europe, établies sur des différences de tailles et de proportions des parties qui ne

sont nullement spécifiques, peuvent toutes se rapporter à l'éléphant de l'Inde, encore vivant aujourd'hui. Le mammouth de Sibérie, l'E. *primigenius*, etc., sont dans ce cas.

Il n'en est pas de même de la division des mastodontes, ou éléphants à dents mamelonnées, déjà assez bien connus de Buffon. Leurs dents molaires au même nombre de six à chaque mâchoire que pour les lamellidontes, sont hérissées de grosses pointes plus ou moins régulièrement disposées en séries ou collines transverses; ce caractère, et la présence de petites défenses en bas, mais seulement dans le jeune âge ou dans le sexe mâle adulte, en font des espèces distinctes et qui ne sont plus connues à l'état vivant. Mais la paire de longues défenses en haut, et tous les autres caractères, les réunissent au seul genre éléphant.

On en a compté un grand nombre d'espèces nominales, et, s'il fallait en croire les paléontologistes, il y aurait déjà bien vingt espèces de mastodonte, établies soit sur la taille, soit sur la localité où on les a trouvées. Mais par sa méthode rigoureuse, et avec des matériaux plus nombreux surtout, provenus de Sansan, M. de Blainville est arrivé à démontrer que les vingt espèces d'éléphants mastodontes se réduisaient à quatre, toutes fossiles et limitées, l'une à l'ancien continent européen, et peut-être même Indien, E. *Angustidens;* une seconde à la Sud-Amérique, sur les deux versants des Cordillères, E. *Humboldtii;* une troisième à la Nord-Amérique, sur les deux versants des Alléghanys, depuis le lac Érié jusqu'à Charlestown, E. *Ohïoticus* (mastodonte de l'Ohio); enfin, une quatrième européenne douteuse, E. *tapiroïdes*, qui pourrait bien être le jeune âge du précédent.

Les os de mastodontes ont été trouvés dans les terrains tertiaires moyens et inférieurs, mais jamais dans les cavernes en Europe. En Amérique, au contraire, on en a trouvé dans les cavernes et dans les alluvions peu anciennes. Ces ossements sont associés à des espèces perdues et à des espèces encore vivantes, même en Europe, où l'on a mis le fait en doute.

Quoi qu'il en soit, toutes les espèces fossiles viennent renouer les chaînons de la série et établir un passage depuis les éléphants vivants jusqu'aux dinothériums et aux tapirs. Leur

disparition s'explique par leur grande masse, leur peu de fécondité, la difficulté de trouver une nourriture assez abondante dans des vallées solitaires, quand l'espèce humaine a commencé à se multiplier sur la terre. — Nous arrivons donc aux mêmes conclusions que pour tous les groupes déjà étudiés.

3° *Dinotherium* (1). L'histoire de la découverte du dinotherium est un de ces exemples remarquables, dont le poids renverse les prétentions exagérées de reconstruire un animal avec un seul os. En effet, M. Cuvier avait à sa disposition plusieurs dents de cet animal, et il en fit un tapir géant et le donna comme une preuve qu'avec un seul os on pouvait reconnaître un animal; cependant dans plusieurs travaux successifs, il tergiversa sur sa détermination; lorsque plus tard la découverte d'une tête entière vint démontrer que cet animal n'était point un tapir, mais un animal inconnu qu'on nomma dinotherium, dont on fit tantôt un paresseux ou un pangolin, tantôt un cétacé, tantôt autre chose; enfin, en 1837, M. de Blainville, l'ayant vu à Paris, émit l'opinion que ce pourrait bien être quelque chose d'intermédiaire aux éléphants mastodontes et aux lamentins. Cette manière de voir a été généralement acceptée et démontrée de plus en plus. Malgré ces premières divergences et le défaut de matériaux, cela n'a pas empêché les paléontologistes de proposer, suivant leur coutume, déjà dix espèces dans ce genre, dans lequel M. de Blainville a enfin démontré qu'on pouvait tout au plus en reconnaître deux dans l'état actuel de la science. Ces restes fossiles ont été trouvés uniquement en Europe dans les terrains tertiaires, avec les mastodontes et des animaux aquatiques. On suppose que les dinotheriums étaient des gravigrades aquatiques, probablement d'eau douce.

VI. *Ongulogrades* (pachydermes), 1° *rhinocéros* (2). Quoique ce nom indique la caractéristique du genre, par l'existence d'une ou de plusieurs cornes sur le nez, cependant, il y a des rhinocéros vivants, de l'Inde, qui manquent de cette corne; on a aussi découvert une espèce fossile qui en était également pri-

(1) *Ostéog.*, 17e liv.
(2) *Ostéog.*, 20e liv.

vée, et qu'on a pour cela appelée *acerotherium* (grand animal sans corne).

La corne ne peut donc être la caractéristique du genre, mais cette caractéristique reposera sur le nombre des doigts, constamment de trois à chaque membre, et sur le système dentaire.

Les rhinocéros habitent maintenant l'Asie et l'Afrique; leurs mœurs sont celles de tous les pachydermes; ils cherchent les lieux bas et humides, les grands cours d'eau, les marais, dans lesquels ils se vautrent, et se nourrissent d'herbages, d'arbrisseaux et de branches d'arbres.

On en a découvert un grand nombre à l'état fossile; ils sont connus dans cet état depuis plus de cent ans sans aucune hésitation; et on les a trouvés presque partout où l'on a rencontré les os fossiles d'éléphants, lamellidontes et mastodontes, ce que leur organisation et leurs mœurs devaient faire prévoir.

En faisant porter le caractère spécifique, comme toujours, sur la dégradation sériale, et par l'étude d'une masse imposante d'ossements de rhinocéros vivants et fossiles, que personne n'avait encore eu avant lui, M. de Blainville est arrivé à la démonstration des conclusions suivantes.

« Au nombre des animaux bien plus nombreux qu'aujourd'hui qui peuplaient nos continents asiatico-européens, formant la moitié boréale-occidentale de l'ancien monde, il a existé trois espèces bien distinctes de rhinocéros, qui avec les quatre ou cinq qui sont encore vivantes, sur les points les plus reculés de l'autre moitié, formaient une petite série, décroissante sous le rapport de la corne nasale, croissante sous ceux des dents incisives et du nombre des doigts aux pieds de devant.

» Ainsi, sauf peut-être pour les individus dont les cadavres ont été entraînés et ensevelis dans les immenses alluvions des parties les moins boréales de la Sibérie, on peut dire qu'ils ont vécu dans le pays où l'on trouve aujourd'hui leurs restes fossiles.

» Ces restes ont été rencontrés jusqu'ici dans des dépôts d'âge très-différent, depuis les terrains tertiaires moyens jusqu'à ceux de diluvium et peut-être même d'alluvium ancien.

» Ce n'est donc pas une seule et unique catastrophe qui a détruit ces espèces, habitant alors les pays où se trouvent leurs

squelettes, subitement, par une révolution, pour ainsi dire, instantanée, qui aurait changé brusquement le climat, comme l'avait supposé d'abord Pallas, et comme l'a adopté depuis M. G. Cuvier.....

» Ce ne peut être une force humaine ou animale qui a pu mettre les cadavres résultants de cette destruction successive dans certaines conditions, comme par exemple, ainsi que le soutient encore, mais à ce qu'il me semble à peu près seul, M. le professeur Buckland pour les os de rhinocéros trouvés dans les cavernes, qu'il suppose y avoir été portés par les hyènes, comme partie de leur proie.

» Il nous semble plus rationnel d'admettre, dans l'hypothèse de Buffon, ou dans celle encore plus simple d'espèces propres à notre climat, que ce sont encore des cours d'eaux plus ou moins torrentielles qui, à diverses époques, depuis celle où se formaient les terrains tertiaires moyens jusqu'à celle des diluviums anciens, ramassant les corps des grands animaux morts à la surface de la terre, après s'être réfugiés vers des parties assez élevées de nos continents, les ont entraînés successivement plus ou moins loin, souvent en les désassociant sur la route, d'abord l'espèce à incisives, puis celle sans incisives, jusqu'à leur entière destruction. Les deux ou trois espèces européennes paraissent avoir mis un temps considérable à disparaître de la surface de nos continents; c'est-à-dire, depuis la formation des terrains tertiaires moyens, jusqu'à celle du grand diluvium; tandis que l'espèce de l'Inde, quoique ayant laissé de ses traces et même en grand nombre dans la molasse tertiaire des sous-hymalayas, n'est pas encore éteinte dans l'Inde et le continent asiatique.

» Les rhinocéros sont dans le cas des éléphants, qui, à cause de leur grande taille et de leur uniparité bisannuelle, ont péri de bonne heure, c'est-à-dire, des premiers parmi les animaux terrestres, par suite surtout de la multiplication de l'espèce humaine à la surface de la terre. Leurs ossements également fort grands, en même temps qu'ils donnaient plus de prise aux eaux torrentielles, étaient aussi plus aptes à être conservés à cause de leur masse, ce qui était encore plus facile pour ceux de rhinocéros, d'un tissu bien plus compacte et presque minéral.

» Enfin, et également comme chez les éléphants, un groupe, celui des espèces à incisives (R. *incisivus*) a disparu le premier, comme les éléphants mastodontes avec lesquels on les trouve; puis un second, celui des espèces sans dents incisives, comme les éléphants lamellidontes, dont les ossements se rencontrent avec les leurs dans les formations les moins anciennes; ce qui se continue, pour ainsi dire, sous nos yeux. Ce sont deux ou trois chaînons de la série animale qui ont été détruits avant d'autres congénères existant encore dans les parties moins habitées de l'ancien continent, et qui ne peuvent en aucune manière être considérés comme des transformations de ceux-là, et encore moins comme le produit d'une nouvelle création, ainsi qu'il est presque de mode aujourd'hui en géologie de le supposer pour chaque strate des terrains de sédiment. »

Les *tapirs* (1) sont un genre intermédiaire au rhinocéros et au cheval. On en connaît une espèce, peut-être deux, d'Amérique, et une troisième de l'Archipel indien, si toutefois c'est une espèce distincte.

On en a trouvé une autre à l'état fossile en Europe. Les paléontologistes ont voulu faire plusieurs espèces fossiles, mais il est, aujourd'hui, démontré qu'il n'y en a réellement qu'une qui se rapproche beaucoup de l'espèce vivante dans l'Inde, si même elle en est distincte. — Ces restes fossiles ont été trouvés en Auvergne aux environs d'Issoire, dans le Velay, auprès du Puy; les autres en Allemagne, aux environs d'Eppelsheim, par conséquent dans des terrains tertiaires et dans des alluvions plus récentes, avec des ossements d'espèces perdues et d'espèces encore existantes. Ainsi ce genre a laissé des traces dans les terrains tertiaires anciens, dans les alluvions modernes, et n'a pas encore disparu de la série animale.

3° *Palæothérium*, *laphiodon*, *anthracotherium* et *chæropotme* (2). Ce genre éteint, dont les restes sont si communs dans les terrains tertiaires de notre Europe centro-méridionale, établit le passage et comble la lacune entre les rhinocéros et les hippopotames et genres voisins, par leurs système digital, qui d'impair devient de plus en plus bisulque et passe aux

(1) *Ostéog.*, 19e liv. — (2) *Ostéog.*, 21e liv.

paridigités constants, et par leur système dentaire, dont les canines perdent leur caractère en s'abaissant, les incisives se latéralisant en haut; celles d'en bas devenant, au contraire, terminales, entraînant avec elles les canines : d'où il se forme une barre qui s'augmente peu à peu et finit par devenir ce qu'elle est dans les derniers ruminants.

C'est ce groupe d'animaux dont les restes remplissent le bassin super-crétacé des environs de Paris, qui a conduit à l'étude positive de la géologie, et qui a aussi servi à M. Cuvier à étayer ses thèses des révolutions et de la prétention de reconstruire un animal avec un seul os. Bien plus, M. Cuvier s'est hasardé à couvrir ces squelettes, ainsi témérairement rétablis, de la peau ou de leur enveloppe sensoriale; et par là, dit avec juste raison M. de Blainville, a donné lieu à ces représentations fantastiques des géologues ingénieux, comme on se plaît à les nommer quelquefois, dans lesquels on nous a montré dans les tableaux de l'ancien monde, suspendus sur les quais et les boulevards à côté de l'histoire du juif-errant, des plésiosaures, très-probablement herbivores, cherchant à saisir au vol des ptérodactyles, qui, plus probablement encore, n'ont jamais volé.

M. de Blainville prouve que c'est à Guettard et à Lamanon que nous devons la première connaissance un peu rationnelle de ces animaux, et même que Guettard avait expliqué le gisement de ces fossiles à peu près comme on revient à le faire aujourd'hui, contradictoirement à l'hypothèse de M. Cuvier, qui fait vivre sur place les animaux dont ils proviennent.

Dans ses premiers mémoires sur ces animaux, M. Cuvier suivit une voie toute opposée, et ne tint aucun compte des travaux de ses prédécesseurs. Aussi se méprit-il au point de faire de ces animaux des carnassiers, lorsque plus tard, ayant mieux étudié, il fut obligé de reconnaître que c'étaient des herbivores pachydermes, ce que Lamanon avait déjà dit.

Fondé sur la taille et sur les localités où l'on avait trouvé les ossements fossiles, M. Cuvier et à sa suite les paléontologistes, ont été jusqu'à proposer plus de quinze espèces de palæothériums. Mais, comme il n'y a d'espèces que celles qui remplissent des degrés de la série, et qu'ici le caractère sérial est tiré du système digital et dentaire, ainsi que nous l'avons

vu, ces nombreuses espèces se réduisent beaucoup. Fondé sur ces caractères et sur l'ensemble du squelette, M. de Blainville a reconnu au plus cinq espèces de palæothériums, formant un type assez distinct, à la tête duquel se place le P. d'Orléans, comprenant celui de Montpellier, d'Argentan et de Sansan, comme plus voisin du cheval et du rhinocéros, et qui doit être terminé par le P. d'Issel et le P. *minus*, comme plus rapproché des lophiodons et des antracothériums.

Ce qu'on avait fait pour les palæothériums l'a été pour les lophiodons, chez lesquels on a créé au moins seize espèces nominales, que les vrais caractères spécifiques réduisent à trois, dans l'état actuel de la science; ce sont : le *lophiodon commun*; *L. minus* ou *minimum*; L. *anthracoideum*.

Les *anthracotheriums* tirent leur nom de ce que les premiers ont été trouvés dans les lignites ou charbons peu anciens. De toutes les espèces d'anthracothériums proposées jusqu'ici, on pourrait peut-être en accepter cinq ou six, comprenant le chœropotame (cochon d'eau).

Ainsi dans l'état actuel de la science, M. de Blainville accepterait deux coupes génériques, dans ce groupe, l'une sous le nom de palæotherium, et l'autre de chœropotame, pour indiquer ses rapports avec les cochons. Nulle espèce vivante connue ne pourrait être intercalée entre ces espèces fossiles, mais l'exemple récent de la découverte des *moschus aquaticus* du golfe de Guinée, intermédiaire aux pachydermes et aux ruminants, peut autoriser à penser qu'on pourra également découvrir une espèce vivante du genre des palæothériums ou des anthracothériums. Voici, du reste, les espèces susceptibles d'être caractérisées.

Genre PALEOTHÉRIUM : sect. I, 1° P. *Aurelianense* (*Monspessulanum*, *equinum* ou *hippoïdes*); 2° P. *commune* (*magnum*, *girondicum*, *medium*, *indeterminatum*, *crassum*, *Velaunum*, *curtum*); 3° P. *Isselaunum* ou *Isselense*. — Sect. II. P. *minus* et *minimum*. — Sect. III. LOPHIODONS; 1° L. *commune* (*tapirotherium*, *Occitaneum*, *buxovillanum*, *tapiroïdes*, *medium*); 2° L. *minus*; 3° L. *anthracoïdeum*.

Genre CHŒROPOTAMUS OU ANTHRACOTHERIUM; 1° A. *Velaunum*; 2° A. *magnum* et *Alsaciacum*; 3° A. *Parisiense* (chœro-

potame); 4° A. *minimum*; 5° A. *gergovianum*; 6° A. *minutum*.

Les restes de palæothériums et d'anthracothériums se sont jusqu'ici rencontrés dans les terrains tertiaires depuis les plus anciens jusqu'aux moyens inclusivement; peut-être même dans les supérieurs; mais jamais dans le diluvium et les alluvions. Ils sont associés aux mastodontes et aux rhinocéros; ils paraissent donc avoir disparu des premiers, quoique peu à peu et successivement; ils sont dans des formations d'eau douce et quelquefois marines. Nous arrivons donc encore aux mêmes conclusions que précédemment.

4° *Hippopotame et cochon* (1). L'hippopotame est un animal qui vit dans les grands fleuves et sur leurs bords, où il trouve des roseaux en abondance; il recherche la solitude. Ses caractères spéciaux et spécifiques reposent sur le système digital pair et sur le système dentaire. Les paléontologistes ont proposé jusqu'à neuf espèces d'hippopotames fossiles, dont plusieurs ne sont certainement pas des hippopotames, mais bien des lamentins et des mastodontes.

Les hippopotames ne sont plus connus vivants qu'en Afrique, confinés maintenant en Nubie et en Abyssinie, et assez abondants depuis le port Natal jusqu'au cap de Bonne-Espérance; cependant depuis 1829 jusqu'à 1843, la chasse les a beaucoup diminués, à cause de leur chair et de leur graisse. Ils sont aussi communs dans les fleuves de l'Afrique occidentale.

Ils ont existé autrefois en Europe, sur le périple de la Méditerranée. On n'en a pas trouvé plus haut dans le Nord que l'Angleterre, dans les vallons de l'Avon et de la Tamise, où l'on trouve aussi des crocodiles, qui aujourd'hui encore vivent dans les mêmes lieux que l'hippopotame. — En France on a trouvé un petit nombre de pièces fossiles d'hippopotame dans les parties septentrionales; mais en avançant vers le Midi ils deviennent beaucoup plus nombreux. — C'est en Italie et surtout dans le versant des Apennins à la Méditerranée, que l'on a recueilli le plus grand nombre d'ossements et de dents provenant de l'hippopotame; on en trouve aussi en grand nombre en Sicile et dans les grandes îles de la Méditerranée,

(1) *Ostéog.*, 22e liv.

dans des cavernes remplies de brèches. On en a trouvé aussi dans les monts Sous-Hymalaias.

Or, tous les restes fossiles trouvés en Europe peuvent se rapporter à une seule espèce, qui est celle encore vivante en Afrique; l'hippopotame fossile des Sous-Hymalaias, paraît former une espèce distincte sous le nom d'H. sivalien. Ainsi les neuf espèces des paléontologistes se réduisent à deux, dont une seule paraît éteinte.

On n'a encore trouvé des restes fossiles d'hippopotames que dans les terrains supérieurs à la craie, mais jamais encore dans les terrains tertiaires inférieurs ni même moyens; c'est toujours jusqu'ici dans les tertiaires supérieurs, dans le diluvium et les cavernes; accompagnés d'éléphants lamellidontes et mastodontes, de rhinocéros *incisivus*, de tapir, en Auvergne et dans le val d'Arno. Ces ossements d'hippopotame sont fracturés, quelquefois même roulés, plus ou moins dispersés, mais toujours dans les lieux d'élection pour ces animaux vivants.

Ils ne peuvent donc servir à appuyer, peut-être même pas le synchronisme des strates où il se trouvent, et encore moins la théorie des catastrophes produites par une immense inondation de la mer des Indes, qui aurait traversé le Caucase pour venir en Europe, puisqu'on ne trouve pas d'hippopotame dans les régions que cette inondation aurait dû couvrir.

Cochon, *sus*, *sanglier* (1). Cet animal constitue, avec les hippopotames, un anneau de la chaîne ou un degré bien marqué de la série mammalogique intermédiaire aux pachydermes et aux ruminants. Ce genre renferme plusieurs espèces vivantes et fossiles : 1° le *sus mostodontoïdeus* fossile, à Malte, et peut-être dans le bassin de Bordeaux ; 2° S. *tapirotherium*, fossile dans les dépôts tertiaires de Sansan; 3° *Sus antiquus*, fossile dans le dépôt tertiaire d'Eppelsheim et à Montabuzard; 4° S. *torquatus*, ou pecari, vivant exclusivement en Amérique, et fossile dans les cavernes du Brésil; 5° S. *babirussa*, vivant exclusivement dans certaines îles de l'Archipel indien; 6° S. *antediluvianus* et *palæocherus*, fossile à Eppelscheim; 7° S. *arvernensis*, fossile en Auvergne et à Sansan; 8° S. *larvatus*, vivant

(1) *Ostéog.*, 22° liv.

en Afrique, dans toutes les parties occidentales ainsi qu'à Madagascar, et fossile en Allemagne, dans les faluns de l'Anjou et dans les sables marins de Montpellier; 9° S. *scrofa*, sanglier ou cochon, vivant sauvage dans toutes les parties de l'ancien continent, et même dans les parties nord de l'Afrique, domestique actuellement dans toutes les parties du monde où la civilisation a pénétré, fossile dans un assez grand nombre de points en Europe et en Algérie : c'est l'espèce qui s'est le plus souvent rencontrée à l'état fossile en Europe, en Angleterre dans les terrains tertiaires, en France et en Belgique dans les terrains meubles et dans les cavernes; 10° S. *sivalensis*, exclusivement fossile sur le versant des Sous-Hymalayas; 11° S. *OEthiopicus*, vivant exclusivement dans toute l'Afrique méridionale, et fossile dans les cavernes de l'Algérie.

Ainsi les espèces fossiles le sont dans les pays même où leurs identiques et leurs analogues vivent encore aujourd'hui; et il est très remarquable que l'Europe septentrionale, qui ne possède point d'espèces vivantes, n'en a point non plus jusqu'ici montré de fossile; et à Cuba où l'espèce domestique a été transportée par les Espagnols, on la retrouve fossile, et ce fait ne manque pas d'être significatif.

Les sus fossiles se retrouvent avec les débris de toutes sortes de mammifères vivants et fossiles; et leur gisement divers prouve que, comme tous les autres, ils ont disparu successivement et non par des catastrophes.

Ici s'arrête le grand travail de M. de Blainville, qui prépare, en ce moment, les ruminants, les rongeurs et les crocodiles; et nous savons déjà qu'ils le conduiront absolument aux mêmes conclusions, sinon à de plus prononcées encore.

Du reste la portion considérable de la série animale que nous venons de parcourir, suffit, et au-delà, pour tirer des conclusions légitimes, et qui ressortent des faits.

Ainsi 1° parmi les mammifères fossiles, la plupart existent encore comme espèces, actuellement.

Dans les *singes* les fossiles de l'Inde sont encore les espèces qui y vivent; en Europe, une espèce perdue; en Amérique, les fossiles sont encore les espèces qui y vivent.

Dans les *cheiroptères*, sept espèces environ sont fossiles

et vivantes dans le même pays; deux sont indéterminées.

Dans les *insectivores*, six espèces sont vivantes et fossiles dans les mêmes pays; quatre paraissent perdues.

Dans les *ours*, trois espèces, l'une en Europe, l'autre aux Indes, l'autre en Amérique, vivantes et fossiles dans ces mêmes pays. Deux espèces en Europe paraissent éteintes.

Dans les *petits-ours*, sept espèces fossiles, analogues aux espèces vivantes des pays où on les trouve; une espèce vivante et fossile dans le même pays.

Dans les *mustelas*, au moins huit espèces vivantes et fossiles dans les mêmes pays, et quatre fossiles qui n'existent plus dans le pays.

Dans les *viverras*, six espèces fossiles qui ne vivent plus dans les mêmes pays.

Dans les *felis*, dix espèces analogues aux vivantes, mais non toujours dans le même pays; et deux espèces au plus qui ne sont plus connues.

Dans les *canis*, sept espèces fossiles encore vivantes, la plupart dans les mêmes pays; une perdue et plusieurs douteuses et indéterminées, qui donneraient six à neuf espèces perdues.

Dans les *hyènes*, deux, peut-être trois espèces vivantes et fossiles; trois, au plus quatre uniquement fossiles.

Dans les lamentins, deux ou trois espèces fossiles.

Parmi les *éléphants*, une espèce vivante et fossile et quatre, aux plus six fossiles.

Dans les dinothériums, deux espèces fossiles.

Dans les *rhinocéros*, quatre ou cinq espèces vivantes dont quelques-unes sont fossiles dans le même pays; trois espèces fossiles, au plus quatre.

Dans les *palæothériums*, vingt-cinq espèces fossiles.

Dans les *hippopotames*, une espèce vivante et fossile; une espèce éteinte.

Dans les *sus*, quatre espèces vivantes et fossiles dans les mêmes pays, et six fossiles.

Ce qui nous donne pour résultat zoologiquement certain cent quarante espèces environ, bien déterminées; et sur ce nombre cinquante-deux espèces fossiles de tous les terrains tertiaires sont encore vivantes actuellement, et quatre-vingt-

huit paraissent éteintes; pour résultat moins certain faute d'éléments suffisants, mais cependant probables, cent cinquante-deux espèces fossiles, dont cinquante-deux ou peut-être soixante-deux sont encore vivantes, et cent ou quatre-vingt-dix seraient éteintes; — sur ces quatre-vingt huit ou cent espèces perdues, soixante-sept ont leurs analogues vivants et appartiennent à des genres encore existants; trente-trois seulement forment onze ou douze genres nouveaux, les genres felis cultridens, felis quadridentata, mastodonte, dinothérium, quatre genres de palæothériums, trois genres lophiodons et le genre chœropotame; dont les deux premiers appartiennent aux carnassiers et les dix autres à la grande famille des pachydermes et viennent y remplir des lacunes.

Il est donc démontré que les fossiles sont de la création actuelle.

2° Les espèces perdues se retrouvent avec des espèces encore vivantes; de plus, les unes et les autres se rencontrent avec les restes fossiles de l'homme: cela est démontré sur plusieurs points, tant pour les espèces éteintes que pour les espèces encore vivantes.

3° La très-grande majorité des espèces identiques n'ont été trouvées fossiles que dans les pays où elles vivent encore; et les espèces éteintes ne se retrouvant plus, ont dû vivre aussi dans les pays où elles se rencontrent; cela est d'ailleurs prouvé par le gisement. Et quant aux espèces encore vivantes, mais non dans les contrées où elles sont fossiles, la plupart ont disparu de ces pays depuis assez peu de temps; cela est prouvé pour les ours et pour plusieurs felis.

4° C'est la destruction des forêts, le desséchement des grands cours d'eau, et surtout l'extension et la multiplication de l'espèce humaine qui ont fait disparaître la plupart de ces espèces animales.

La conclusion rigoureuse est donc ici, comme pour la géologie minérale, qu'il est impossible d'accepter une ou plusieurs créations antérieures à celle encore existante en partie; que les hypothèses de catastrophes et de révolutions sont inadmissibles et absolument contraires aux faits les plus généraux; que les causes actuellement agissantes sont les mêmes qui ont produit

le sol que nous étudions; que ce sol s'est formé depuis la création de l'homme; que, par conséquent, ses strates et ses couches dans leur ordre de superposition n'ont aucun rapport avec les six jours de la création, et que tous les écrivains qui ont prétendu démontrer ce rapport se sont mépris; et ceux qui s'obstineraient encore à vouloir trouver et soutenir ce prétendu rapport, perdraient leur peine, leur temps, et se mettraient complétement en dehors de la science positive.

LEÇON XI.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE.

Après avoir suivi en détail les principaux progrès de la géologie dans son développement historique, il est nécessaire, pour bien préciser la question, de résumer en deux tableaux opposés la suite des efforts des deux tendances géologiques; de la tendance hypothétique et de la marche positive, qui, par une bifurcation singulière, partent toutes les deux de Buffon. Nous résumerons d'abord la tendance hypothétique.

Buffon, dans ses Époques de la nature, et dans son hypothèse sur l'origine de la terre détachée du soleil par la queue d'une comète, ouvre la voie à la géologie hypothétique; il crée la terre et les êtres à sa façon sans tenir aucun compte des lois connues, la terre embrasée se boursoufle en se refroidissant; ces boursouflures sont les montagnes primitives; les eaux, d'abord en vapeurs, se liquéfient, et les premiers êtres organisés naissent d'eux-mêmes, et donnent naissance aux calcaires, etc. Le refroidissement allant croissant, la plupart de ces êtres périssent et sont remplacés par d'autres; et ainsi de suite. Pour toutes ces opérations le temps ne lui coûte pas, et il compte sept grandes époques de plusieurs milliers d'années chacune, en sorte que la terre pourrait bien avoir de soixante à quatre-vingt, à cent mille ans de date.

Pour Deluc, comme pour Buffon, les jours de la création sont des époques ou périodes indéterminées que l'on peut étendre à volonté. Mais au lieu de la chaleur primitive de Buffon, c'est ici la lumière et les précipitations chimiques jointes à l'action des eaux, qui forment la croûte solide du globe et les premiers dépôts. Les végétaux créés dans la troisième époque ont formé les houilles et les charbons; puis les nouveaux changements opérés par le soleil ont préparé de nouvelles conditions; la cinquième époque et la sixième voient les animaux périr par des catastrophes et donner naissance aux fossiles. La sixième période forma les couches meubles de nos continents, et la diminution de la chaleur fit, comme pour Buffon, émigrer les animaux terrestres dont nous trouvons les débris dans les contrées du Nord.

Werner, dans ses essais peu heureux de géogénie, a aussi voulu tout expliquer par des époques et par les précipités chimiques, par la diminution et l'accroissement alternatifs du niveau des eaux, ce qui a fait donner à ses disciples le nom de Neptuniens.

Reprenant les hypothèses de Deluc, de Buffon, de Wodward, et des théologues naturalistes de la réforme, Cuvier accepte aussi le système des époques ou périodes indéterminées; mais au lieu de les expliquer par le feu comme Buffon, par les précipités chimiques, etc., comme Deluc, par l'élévation et l'abaissement du niveau des mers, comme Werner, il amène et retire tour à tour les eaux des mers sur les continents pour y engloutir et y fossiliser les végétaux et les animaux. Après la retraite des mers, d'autres végétaux et d'autres animaux sont créés, puis détruits de la même façon, et ainsi de suite pendant plusieurs longues périodes. Deluc au moins conservait l'ordre de la création mosaïque; mais Cuvier, imitant et surpassant la hardiesse de Buffon, crée et détruit autant d'êtres qu'il en a besoin pour son hypothèse, sans toutefois donner comme Buffon la manière de ces créations, qui n'ont évidemment aucun rapport avec la création de la Genèse. Or, toutes ces créations et ces destructions étaient introduites uniquement pour expliquer les fossiles que Cuvier affirmait différer totalement des êtres actuellement vivants, et d'autant plus qu'ils

étaient plus anciens et qu'on les rencontrait à de plus grandes profondeurs. En outre, pour étayer cette hypothèse, Cuvier basa malheureusement la paléontologie sur des principes complétement faux; ainsi il prétendit reconstruire un animal avec un seul os, une seule facette d'os; il eut beau se tromper dans l'application d'un principe aussi faux, cela n'a pas empêché le principe de faire fortune: de là ces créations fantastiques d'animaux fossiles que les paléontologistes se sont amusés à créer à l'envi. Cuvier mesura ensuite les espèces avec le mètre et le millimètre, et à sa suite les paléontologistes, armés du mètre, multiplièrent les espèces, et par suite les créations jusqu'à l'infini. Malgré cela, il faut savoir gré à Cuvier de l'impulsion qu'il a donnée à la science et des matériaux qu'il lui a réunis, et qui, mieux employés et devenus plus nombreux, ont servi à corriger les erreurs, que le manque de temps et la préoccupation de tant d'affaires qui le sortaient continuellement de la science, lui firent commettre (1).

L'impulsion des hypothèses était donnée, M. Adolphe Brongniart, tout en servant la science, par ses recherches sur la flore fossile, suppose aussi quatre grandes périodes, qu'il explique à sa façon, en inscrivant toutefois la réfutation à côté.

M. Elie de Beaumont, dont les travaux et les observations ont été si utiles au progrès, accepte cependant l'hypothèse des époques, à peu près comme Cuvier; mais il y joint de plus la cause des irruptions et des retraites successives de la mer, par

(1) Nous n'ignorons pas que l'on criera à l'injustice, etc., en voyant notre jugement sur les travaux de Cuvier. Mais la vérité avant tout; nous n'avons point eu l'honneur de connaître Cuvier, nous n'avons jamais pris part aux luttes qu'il a eu à soutenir dans la science. Si nous acceptons les principes d'une école opposée, c'est après les avoir pesés dans la conscience et dans la raison, sans passion, ni d'affection, ni de répulsion. Avant d'aborder la science, nous jurions aussi comme tant d'autres sur la parole de Cuvier; nos préjugés étaient pour ses théories et pour lui, cependant nous n'étions pas satisfait dans notre raison. Après des études scientifiques longues et sérieuses, nous avons cru trouver la vérité; puis l'analyse attentive et laborieuse des travaux de Cuvier nous a convaincu qu'il n'avait réellement pas de principes scientifiques, et que, par exemple, en paléontologie il n'y avait peut-être pas une seule espèce sur laquelle il n'eût tergiversé dans cinq ou six travaux différents avant de se fixer, et cependant en affirmant toujours, mais aussi en se trompant très-souvent. Dans la science on ne doit juger que sur une étude sérieuse et approfondie et non sur le bavardage du vulgaire.

son hypothèse du soulèvement des divers systèmes de montagnes, et par des calculs proportionnels sur la masse des charbons de terre, par exemple, il cherche à fixer l'âge absolu du globe.

Non satisfaits des hypothèses précédentes qui cadraient mal avec la Genèse, Buckland et Chalmers proposent de les remplacer par une création antérieure à celle que Moïse nous raconte; cette création antérieure expliquerait, selon eux, les fossiles et le temps qu'ils croient nécessaire à leur formation. Bien entendu, cette formation antérieure, comme toutes les hypothèses précédentes, n'a aucun rapport avec les lois connues, avec les causes actuellement agissantes.

Ce sont pourtant ces hypothèses diverses qui ont été acceptées par des écrivains catholiques, animés d'excellentes intentions, mais qui n'avaient jamais étudié les sciences, et qui n'en ont écrit que par ouï-dire ou sur des lectures sans contrôle possible. Néanmoins, ces hypothèses, qui ont servi de base au rationalisme et à l'exégèse naturaliste, sont passées dans l'enseignement même des théologiens, et toute la jeunesse laïque et ecclésiastique en est imbue. Ce serait un petit mal, si toutes les sciences ne se tenaient par un indissoluble lien, qui fait toujours rejaillir sur la pratique de la loi morale, les conséquences déduites des fausses données scientifiques. C'est pour cela qu'il importe à la société que la vérité scientifique se fasse jour, car il est de sa nature de venir toujours s'accorder avec la vérité morale, quand elle est prise dans son vrai point de vue, et dans ses principes démontrés par les faits et la marche logique et positive. C'est cette marche positive, en géologie, que nous allons résumer depuis Buffon jusqu'à nous.

Buffon donc crée la géologie positive, dans sa Théorie de la terre. Il pose en principe que la terre est créée avec ses montagnes et ses vallées primitives et ses cours d'eau pour être habitée. Ensuite pour expliquer le sol de remblai, il pose en principe les causes et les effets actuels expliquant les causes et les effets anciens. La cause aqueuse dans ses effets marins est très-bien analysée, et quoiqu'il n'ait pas assez étendu ses effets fluviatiles, il ne les a pourtant pas omis.

La cause ignée a été tout aussi bien scrutée dans sa théorie si

rationnelle des volcans. C'est enfin lui qui a introduit la paléontologie, d'abord dans sa Théorie de la terre en montrant que les calcaires sont le produit des mollusques et des polypiers ; que les charbons de terre sont le produit des végétaux ; puis dans ses Preuves de la Théorie de la terre et plus tard même dans ses Époques de la nature, il a posé les vrais principes de la paléontologie, appliqués aussi bien aux restes des animaux terrestres qu'à ceux des animaux aquatiques. Ainsi la géologie positive était basée dans tous ses points, les lois et les faits connus venaient expliquer les phénomènes passés.

Pallas continue dans cette voie, et accepte plus nettement encore la création de la terre avec ses montagnes et ses vallées primitives de granit. Il introduit la division naturelle des montagnes primitives les plus élevées de toutes, des montagnes secondaires ou de transition reposant sur leur flanc, et des montagnes calcaires reposant sur les secondaires, et enfin des montagnes tertiaires.

Il explique les formations par les causes naturelles connues. Il apporte de nombreux faits à la paléontologie, mais il ne rencontre pas juste en attribuant le transport des ossements des mammifères à un cataclysme. Du reste, comme Buffon, il repousse les exagérations de ceux qui prétendent que tous les fossiles sont des espèces perdues.

Après Pallas un grand nombre de géologues avaient augmenté le nombre des faits lorsque Werner vient créer définitivement la géognosie en introduisant la classification artificielle des terrains, en primitifs, de transition, secondaires, tertiaires et volcaniques. Classification qui permettait de généraliser, qui était un progrès à son époque, mais qui, trop exagérée, a jeté dans les erreurs d'une généralisation qu'on ne peut plus retrouver dans la réalité des faits naturels.

De Lamétherie entrant dans la direction de Buffon et de Pallas, analyse toutes les causes naturelles encore agissantes, il interroge l'histoire, et cherche par là à expliquer le sol. Sa théorie des volcans, celle des charbons de terre, sont très-satisfaisantes. Il a déjà introduit le synchronisme des causes aqueuses et ignées, et il en tire les conclusions les plus rationnelles pour prouver que tous les phénomènes géologiques sont

locaux et dépendent de circonstances variables, et qu'il n'y a pas de généralisation possible. Il prouve que jamais les causes géologiques n'ont discontinué leurs effets. C'est dans cette voie si sage qu'il admet une seule et unique production des êtres fossiles et des êtres vivants; qu'il explique les fossiles et leur disparition par les causes naturelles connues, en repoussant, du temps de Cuvier même, toutes les révolutions périodiques ou autres que nulle cause physique n'a pu produire.

De Lamarck, marchant dans la même voie, s'applique spécialement à la paléontologie des animaux sans vertèbres, dont il crée la science; et en introduisant les premiers principes de la distinction des espèces marines et des espèces d'eau douce, il conduisait à la distinction des formations marines et des formations d'eau douce, et à leur superposition alternante; pas immense, qui renversera tous les systèmes hypothétiques.

Ce principe, en effet, vérifié et agrandi conduit M. C. Prévost à reconnaître trois modes de formations dans les roches de sédiment : les dépôts marins, les dépôts d'eau douce et les dépôts mixtes, et enfin l'alternance des uns et des autres.

Ce qui amène la réfutation positive des révolutions et la preuve que les fossiles terrestres, comme les fossiles d'eau douce et marins sont les vestiges des seuls corps organisés qui, par des circonstances locales, ont pu être recouverts dans le sein des eaux par des sédiments; que les fossiles ne sont qu'une exception et nullement la représentation de l'état de la vie sur le globe à l'époque où ils ont péri; que les dépôts successifs ont été formés d'une manière continue, périodique à courts intervalles et quelquefois intermittente.

Le synchronisme a été repris et démontré par M. Prévost, pour les formations aqueuses entre elles, pour celles-ci et les formations ignées; ce grand pas, joint au métamorphisme dû aux efforts réunis d'un grand nombre de géologues, a achevé de prouver que les diverses formations géologiques ont eu pour causes et pour origine les diverses circonstances locales du sol, des eaux et des êtres qui les habitaient; que, dans des localités fort éloignées, les mêmes circonstances et les mêmes phénomènes ont pu reproduire des effets semblables en même temps ou à des époques différentes. Et dès-lors il n'y a plus à étudier que

des localités le plus souvent indépendantes, sans pouvoir rien en conclure pour leur ancienneté même relative entre elles, ni pour leur contemporanéité, ces deux conclusions ne pouvant être prononcées que pour les formations d'un même bassin.

A l'appui de ce dernier grand progrès de la géologie, M. de Blainville vient démontrer d'abord l'existence de la série animale, et que tous les animaux vivants et fossiles font partie d'une conception unique et d'une seule et même création; tirant les principes de la spécification des animaux des principes mêmes qui lui ont servi à démontrer la série animale, il prouve que la plupart des espèces fossiles sont encore vivantes; que celles qui paraissent perdues appartiennent à des genres vivants et viennent y combler des lacunes; que le petit nombre de genres complétement éteints viennent établir des passages entre les genres vivants, etc.; que la plupart des fossiles ont vécu dans le pays même où on les trouve; qu'ils ont vécu dans des circonstances peu différentes des circonstances actuelles; que celles des espèces qui ont disparu ont vécu avec l'homme; qu'elles n'ont disparu et qu'elles ne continuent à disparaître que par des causes naturelles, et principalement par la multiplication et l'action destructive de l'espèce humaine.

La paléontologie devenue ainsi rationnelle, le synchronisme des formations, le métamorphisme, et la continuation des mêmes phénomènes, renversent définitivement tous les systèmes de révolutions et de périodes indéterminées, de créations et de destructions successives, et démontrent que le sol de remblai où l'on avait voulu trouver l'ordre de la création, n'est, au contraire, que le résultat de la destruction de cette création, commencée depuis longtemps et se continuant sous nos yeux. Dès-lors il n'y a plus à chercher dans les couches du globe qui n'ont pu se former qu'après la création, l'ordre de l'œuvre des six jours, qui n'y est pas, comme on s'était plu à l'imaginer.

Ces grandes conclusions étant désormais acquises à la science, nous n'aurions pas besoin d'entrer dans la réfutation détaillée des faux systèmes, si cela n'avait quelqu'utilité pour nous faire mieux pénétrer dans les faits et dans les résultats de la science positive, avant d'apprécier les conséquences que celle-ci apporte à la science générale ou à la philosophie. Nous

allons donc, par surabondance, examiner rapidement les principaux systèmes hypothétiques, non pas en eux-mêmes, mais plutôt dans leurs rapports avec les faits actuellement connus et dont nous allons commencer l'exposition.

HISTOIRE DES FAITS ET DES AGENTS GÉOLOGIQUES.

Un assez bon nombre d'anciens géologues pensèrent que le sol de remblai était le produit de causes extraordinaires, qui n'existent plus. G. Cuvier partagea ce préjugé, et ses hypothèses géologiques, acceptées de confiance par ses contemporains, ont retardé les progrès de la science, au lieu de les hâter, comme on le croit communément dans le monde.

C'est le principe contraire qui est le véritable :

La plupart des phénomènes anciens ont été accomplis par des causes connues, ordinaires, les mêmes à peu près qui sont encore en action sous nos yeux, c'est-à-dire par l'eau et la chaleur agissant ensemble et séparément.

Les progrès de la géologie ont, en effet, vérifié sur tous les points que les produits et les phénomènes actuels sont analogues aux produits et aux phénomènes anciens, et servent, par conséquent, à les expliquer. C'est ce que nous allons démontrer, d'abord, pour l'action générale de la cause aqueuse; puis pour ses produits variables et particuliers; et enfin nous le verrons pour la cause ignée.

ART. I. — *Action générale de la cause aqueuse.*

Par la cause aqueuse, il faut entendre, non-seulement les eaux des mers, des fleuves et des lacs, mais encore les eaux souterraines, celles de l'atmosphère et les glaces. Les eaux répandues sur la terre pénètrent dans son sein ; elles y changent de température, selon la nature et la profondeur des couches qu'elles traversent, et se chargent de matières différentes de celles qu'elles portaient auparavant, puis elles viennent sourdre à la surface et y produisent des dépôts plus ou moins considérables : telles sont les sources thermales et minérales.

Les travertins ou tufs calcaires de la campagne de Rome,

qui forment des bancs de quarante à soixante pieds de puissance, et où on rencontre des produits récents de l'industrie humaine, doivent aussi leur existence à des sources souterraines, dont ils sont le dépôt continuel. Il se forme des travertins sur presque tous les points du globe.

D'autres sources apportent de la matière siliceuse. Telle est, en Islande, une succession de dépôts d'une dizaine de pieds de profondeur sur plusieurs milles d'étendue. Les meulières sont aussi le produit de sources silicifères; il s'en forme actuellement sur les côtes de la Grèce et de la Sicile, et il n'y a peut-être pas de pays où il ne se forme actuellement tous les jours des meulières. Cette silice, dispersée par les eaux de la mer et peut-être aussi sur certains points par celles des fleuves, n'a pu produire dans les anciens terrains que des dépôts locaux et subordonnés. La même cause produit encore aujourd'hui les mêmes effets. Sur les bords de la mer, on retire des graviers siliceux ou calcaires qui se forment et se renouvellent sous nos yeux. On y pratique des trous circulaires que les vagues remplissent de sable, et après un temps assez court on extrait, pour en faire des meules, ces matériaux déjà cimentés par la silice, et déjà solidifiés quoiqu'au sein des eaux.

Il n'y a aucune raison pour que ce qui se passe sur le sol émergé n'ait pas également lieu sous les eaux de la mer et des lacs, et sur une échelle trois fois plus étendue, puisque les mers occupent les trois quarts de la surface de notre globe. En Écosse, des lacs mis à sec, pour être livrés à la culture, ont montré une grande couche de calcaire récent, très-dur et parfaitement stratifié.

L'existence de sources d'eau douce sous les mers est prouvée par celles que l'on observe sur leurs bords et dans toutes leurs îles.

Mais les effets à la surface exondée ne sont pas les mêmes que sous les eaux; là, les eaux, en abandonnant le carbonate de chaux, ne forment que des concrétions, tandis que dans les mers et dans les fleuves, une partie seulement des molécules de carbonate et de silice s'amasse autour des bouches des sources, et le reste est pris par les eaux courantes qui le déposent sous forme de véritables sédiments, ou il sert à cimenter les

huit paraissent éteintes; pour résultat moins certain faute d'éléments suffisants, mais cependant probables, cent cinquante-deux espèces fossiles, dont cinquante-deux ou peut-être soixante-deux sont encore vivantes, et cent ou quatre-vingt-dix seraient éteintes; — sur ces quatre-vingt huit ou cent espèces perdues, soixante-sept ont leurs analogues vivants; appartiennent à des genres encore existants; trente-trois seulement forment onze ou douze genres nouveaux, les genres felis cultridens, felis quadridentata, mastodonte, dinothérium; quatre genres de palæothériums, trois genres lophiodons et le genre chœropotame; dont les deux premiers appartiennent aux carnassiers et les dix autres à la grande famille des pachydermes et viennent y remplir des lacunes.

Il est donc démontré que les fossiles sont de la création actuelle.

2° Les espèces perdues se retrouvent avec des espèces encore vivantes; de plus, les unes et les autres se rencontrent avec les restes fossiles de l'homme: cela est démontré sur plusieurs points, tant pour les espèces éteintes que pour les espèces encore vivantes.

3° La très-grande majorité des espèces identiques n'ont été trouvées fossiles que dans les pays où elles vivent encore; les espèces éteintes ne se retrouvant plus, ont dû vivre aussi dans les pays où elles se rencontrent; cela est d'ailleurs prouvé par le gisement. Et quant aux espèces encore vivantes, mais non dans les contrées où elles sont fossiles, la plupart ont disparu de ces pays depuis assez peu de temps; cela est prouvé pour les ours et pour plusieurs felis.

4° C'est la destruction des forêts, le desséchement des grands cours d'eau, et surtout l'extension et la multiplication de l'espèce humaine qui ont fait disparaître la plupart de ces espèces animales.

La conclusion rigoureuse est donc ici, comme pour la géologie minérale, qu'il est impossible d'accepter une ou plusieurs créations antérieures à celle encore existante en partie; que les hypothèses de catastrophes et de révolutions sont inadmissibles et absolument contraires aux faits les plus généraux; que les causes actuellement agissantes sont les mêmes qui ont produit

des anciens terrains. Il se fait peu de chose sur la terre découverte ; c'est sous les eaux que s'accumulent des masses puissantes et que les principaux phénomènes s'accomplissent. A cet égard, rien n'a changé dans la nature, car c'est également sous les eaux que les anciens dépôts ont eu lieu, comme nous le verrons dans la suite de cette étude.

Chacun peut s'assurer que les sources souterraines, que les torrents périodiques, que les petites ravines produites par de fortes pluies, que les eaux mêmes qui reposent dans les vases, déposent une plus ou moins grande quantité de matières ; il faut donc croire que les mers et les fleuves produisent aussi des dépôts : et l'on peut juger de la puissance de leurs dépôts par celle des matériaux qu'ils charrient.

A la surface émergée, les causes atmosphériques désagrégent sans cesse les anciennes roches massives ou stratiformes, meubles ou solides, les plus dures sont elles-mêmes vaincues par cette action prolongée de la lune, de l'électricité, de l'air, du froid et de la pluie. Elles se fendillent, leurs interstices se remplissent de gouttes d'eau que la congélation rend assez fortes pour faire éclater les roches qui deviennent, dans cet état de désagrégation, des sources abondantes de graviers, de sables, et de matériaux divers que les eaux courantes peuvent emporter. Chaque jour, chaque heure, il n'y a pas un filet d'eau qui n'entraîne aussi des matières mobiles des parties hautes vers les parties basses du globe. Les eaux agissent plus puissamment sur la ligne qu'elles parcourent, soit chimiquement, en dissolvant les matières solides, soit mécaniquement, en déplaçant des matières meubles qu'elles entraînent en quantités plus ou moins considérables, selon le degré de leur vitesse, favorisée surtout par le degré de leur température.

Les observations qui ont été faites sur nos fleuves d'Europe prouvent que, sur cent pieds cubes d'eau, ils charrient de trente à cinquante pieds cubes de sédiments ; à certaines époques de l'année, la Seine fait passer en vingt-quatre heures, sous le pont royal, à Paris, dix millions de mètres cubes d'eau, sur lesquels il y a sept à huit cents mètres cubes de matières sédimenteuses. Le Gange charrie par heure à la mer quatre mille cinq cents pieds cubes de sédiment.

La quantité des matières animales et végétales transportées à la mer par les eaux continentales a été constatée sur quelques points. Huit mille pieds cubes de bois passent en quelques heures à l'embouchure du Mississipi. Nos mers déposent par certains vents, sur nos côtes, de très-grandes quantités de coquilles entières d'animaux qui viennent des Antilles. Le transport des coquilles vides et des cadavres d'animaux par les fleuves est un fait dont chacun a pu être le témoin.

Si l'on compare à l'action qui a produit les anciens dépôts fluvatiles et marins, celle des courants océaniens et des grands fleuves de l'Amérique, tels que le Mississipi, le Missouri, etc., et aux grands lacs de cette même partie du monde, nos anciens bassins lacustres géologiques, on se convaincra facilement que les mêmes phénomènes s'accomplissent encore en ce moment sur une échelle aussi étendue qu'autrefois. Les courants océaniens qui règnent entre l'équateur et les pôles s'emparent des matières apportées par les fleuves du nord et du sud de l'Amérique, et les transportent à des distances énormes. Ils entraînent des graines et des bois du nouveau monde, sur les côtes de l'Ecosse, de l'Islande et jusqu'au Spitzberg, et l'on en trouverait probablement jusqu'au pôle. D'après M. de Humobact, la longueur du trajet du courant équatorial est de trois mille huit cents lieues, et sa largeur de quatre cents lieues vers l'île de Sainte-Hélène.

Les êtres saisis, après leur mort, par ces fleuves de l'Amérique et ces courants de l'Océan, doivent être réunis souvent dans le même dépôt, quoiqu'appartenant à des climats fort différents. Nous avons aussi dans les terrains anciens des accumulations de débris très-variés qui y ont évidemment été amenés de loin. « L'exemple le plus frappant de ce genre de dépôt, dit M. Adolphe Brongniart, est celui de l'île de Scheppey, à l'embouchure de la Tamise (il est parallèle à notre argile plastique), où des fruits très nombreux et très-variés, transformés en pyrites, mais souvent assez bien conservés, sont réunis comme ils pourraient l'être encore par le grand courant de l'Océan qui souvent amène sur les côtes de Norwège des fruits des Antilles et du golfe du Mexique (1). »

(1) A. Brongniart, *Prodrome*, p. 20.

L'on a dit que sur le banc de Terre-Neuve, que dans la baie de Cancale et sur beaucoup d'autres points où l'on pêche le corail, la morue ou les huitres, le fond était toujours le même. C'est, qu'en effet, les dépôts sont un phénomène accidentel et qui n'est jamais que local. Il ne s'en fait pas par tout le bassin des mers, mais seulement à l'embouchure des cours d'eau ou près des rivages par l'action des remous, ou en pleine mer par celle des courants généraux. Mais le reste ne change pas, la plus grande partie du bassin n'est pas enduite, elle appartient au sol primitif. Cela était autrefois, comme cela est encore maintenant. D'ailleurs, les huitres, les poissons, et les polypes qui produisent le corail, seraient ensevelis sous les sédiments, s'ils s'établissaient dans les lieux où les eaux déposent, et l'on ne doit pas s'attendre à en trouver dans les parages fréquentés par ces animaux.

Pour que le fond d'une mer s'enduise de dépôts semblables à ceux que nous voyons dans les anciens bassins, il faut que cette mer forme des courants et qu'elle reçoive les eaux continentales. Nous verrons que la plus grande partie des anciens dépôts marins ont été produits par des eaux courantes. Aussi les eaux fluviatiles font-elles plus de dépôts que celles de la mer, comme le prouvent les animaux d'eau douce et les végétaux terrestres que l'on trouve dans un si grand nombre d'anciennes formations. L'action de la mer même sur ses rivages est bien moindre que celle des fleuves ; car lorsqu'elle découvre un point, elle en recouvre un autre, tandis que les fleuves agissent toujours dans le même sens, et ont plus de matériaux à leur disposition. On en peut juger par l'étendue des terres que lavent leurs eaux, avant d'arriver à la mer. Celles de la Loire, en prenant ses deux rives et les rives de ses afluents, baignent un espace plus étendu que le reste de la France. Le fleuve des Amazones, en prenant aussi ses deux rives et celles de ses afluents, est en contact avec un espace de six mille lieues, c'est-à-dire presqu'aussi grand que celui de la mer d'Amérique.

Il est donc prouvé, par le calcul mathématique des matériaux charriés par les courants, qu'il se forme encore de nos jours de puissants dépôts. Nous n'entrons pas, il est vrai dans la mer,

mais nous sommes à la porte, pour ainsi dire, et nous pouvons inventorier ce qui passe. Quelquefois même nous pouvons suivre le transport des matériaux à une assez grande distance en mer, à la couleur particulière qu'ils donnent aux courants fluviatiles qui les emportent; et quelquefois nous entrevoyons sous les eaux marines les dépôts eux-mêmes. Ainsi, non-seulement on distingue à plus d'un mille dans la mer le mouvement, la direction et la couleur des eaux du Nil, mais on voit aussi le prolongement du canal formé par ses dépôts qui s'élève au-dessus du fond et dont les bords plus hauts que le milieu et, composés de sables semblent avoir acquis une certaine solidité.

Au reste, nous ne voyons pas seulement ce qui entre dans la mer, nous voyons aussi ce qui en est sorti depuis des temps assez rapprochés de nous, et nous pouvons juger par la grandeur de ces couches, déposées de mémoire d'homme, de la puissance de celles que les eaux nous cachent encore. A Pouzzole, près de Naples, des couches marines, renfermant des fragments de sculpture, de poterie, et des restes de bâtiments mêlés à une immense quantité de coquilles d'espèces identiques à celles qui vivent aujourd'hui dans la Méditerranée, ont été mises à sec depuis le commencement du XVIe siècle. Mais les collines à la base desquelles ces strates sont déposées, ainsi que celles de l'intérieur du pays qui avoisine Naples, présentent les mêmes coquilles; il faut donc considérer tous ces grands dépôts comme ayant à peu près le même âge. Aux environs de Christiania, en Norwége, des dépôts marins, montrant aussi des testacés qui vivent encore dans la mer voisine, embrassent une grande partie du pays où ils remplissent les vallées et les dépressions profondes qui se rencontrent dans le granit, dans le gneiss et dans les terrains primaires, précisément comme en France et en Angleterre des terrains tertiaires plus anciens reposent sur le terrain crétacé et en comblent les dépressions. On trouve des dépôts analogues sur presque toute la longueur qui sépare les Andes des côtes du Chili et du Pérou. D'autres couches marines très-puissantes et d'une date aussi peu ancienne ont été observées en Suède, le long des côtes occidentales de l'Amérique du Sud, dans l'archipel des Antilles et dans les Indes occidentales.

Parmi les dépôts d'eau douce qui paraissent appartenir à la même époque nous ne citerons que les *Loës* des Allemands, sédiment jaune, calcaire, de toute cette partie du cours du Rhin qui s'étend depuis Cologne jusqu'aux frontières de la Suisse. On y rencontre des coquilles terrestres et fluviatiles appartenant à des espèces communes en Europe. L'épaisseur totale de ce dépôt est quelquefois de deux cents à trois cents pieds.

Voilà des couches qui se rapportent à notre monde, puisqu'elles ne contiennent que des débris d'espèces vivantes et des monuments de notre industrie ; il est hors de doute qu'elles ont été produites par la cause aqueuse ; elles sont tout-a-fait comparables pour l'étendue et la profondeur aux dépôts anciens. Il y a donc analogie, sous ce double rapport, entre les effets des causes actuelles et ceux que certains géologues ont attribués à des causes extraordinaires et inconnues. Ils ont ignoré ce résultat, parce qu'ils n'embrassaient pas l'action générale des eaux. Concluons donc que les mêmes causes qui ont modifié anciennement la surface du globe, continuent toujours de la modifier, et qu'elles n'ont jamais interrompu leur action ; nous en aquerrons une nouvelle preuve par l'examen de la nature des produits de la cause aqueuse.

Art. II. — *Nature des produits de la cause aqueuse.*

Toutes les roches d'origine aqueuse peuvent se réduire à cinq sortes et même à quatre : les roches calcaires (pierre à chaux, marbre, craie, sablon, pierre à bâtir des Parisiens, etc.); les roches argileuses (glaise, terre à foulon, argile plastique, à papeterie, etc.); les roches siliceuses (silex, pierre à fusil, grès, meulières, sables, etc.); les roches charbonneuses (anthracite, houille, lignite, etc.); et enfin les marnes qui ne sont formées que de la réunion des autres. C'est à ce petit nombre que se réduisent toutes celles que l'on attribue à l'action des eaux dans les anciens terrains ; or, les eaux produisent encore, ainsi que nous l'avons déjà vu, ces quatre sortes de roches, des vases plus ou moins argileuses, des sables ou grès, des dépôts calcaires et siliceux, et des amas de matière charbonneuse. La

nature de leurs produits est donc analogue à celle des anciens dépôts.

Cependant, si l'on pouvait croire que les eaux eussent emprunté le carbonate de chaux, la silice, l'alumine, l'argile, la matière charbonneuse, etc., à des roches d'origine aqueuse plus anciennes, on en pourrait aussi conclure qu'il n'existe plus de sources de ces éléments dans la nature, et que ce sont là autant de causes qui ont cessé d'agir. Voyons donc si les éléments de ces roches se retrouvent encore dans le monde présent.

I. Premier groupe. — *Roches calcaires*. Les sources souterraines sont la première cause de la matière calcaire. Souvent, il est vrai, le carbonate de chaux dont elles sont chargées est un élément enlevé par la désagrégation à d'anciennes roches calcaires. Mais, il existe aussi des exemples nombreux de sources calcarifères qui traversent les roches granitiques anciennes ou des produits volcaniques; par celles-ci nous remontons à une cause première du carbonate de chaux. En effet, tous les granits, les gneiss, la plupart des roches primitives, donnent à l'analyse de la chaux en plus ou moins grande quantité; d'autre part, toutes les eaux sont plus ou moins saturées d'acide carbonique, qui se renouvelle continuellement dans l'atmosphère par l'action des végétaux et des animaux, soit pendant leur vie, soit dans leur décomposition après la mort. Cet acide carbonique, plus pesant que l'air, ou bien est dissous par les eaux de la surface de la terre, ou absorbé par les eaux météoriques. Ces eaux, ainsi chargées d'acide carbonique, traversent, comme nous le voyons, les granits et les roches primitives ou volcaniques, elles y rencontrent la chaux qu'elles contiennent; une combinaison chimique de la chaux et de l'acide carbonique s'opère et forme le carbonate de chaux, que ces eaux apportent à la surface. Cette action chimique est sans doute une des principales causes de la chaleur de ces eaux.

Une autre source plus active et plus abondante de la matière calcaire, est celle des animaux à transsudation calcaire, les mollusques et les polypes qui peuplent le bassin des mers, des lacs et des fleuves. Les polypes à polypiers se rencontrent dans tous les climats, mais ils sont aujourd'hui plus abondants dans les mers australes que dans les mers septentrionales. La quan-

tité de matière calcaire que ces animaux sécrètent est si prodigieuse que leur histoire est nécessairement liée à l'histoire du sol. Il faut leur attribuer la plus grande partie du calcaire marin de tous les âges, dont les mollusques ont cependant fourni une si grande part. Les polypes ont formé au sein des mers des archipels de plusieurs centaines de lieues. La craie paraît due à la trituration des coquilles et des polypiers. Les sables de Grignon, près Paris, qui appartiennent au calcaire grossier, et tout le calcaire grossier lui-même, ne sont en grande partie que des dépouilles de mollusques.

Or, cette source si féconde de matière calcaire pour les anciens terrains n'a pas disparu. Les polypes qui produisent le corail, continuent sous nos yeux d'encombrer les mers; les madrépores, etc., continuent de former les rescifs et les îles si nombreuses de la mer du Sud. Ces animaux se développent avec une étonnante rapidité et leurs produits calcaires s'accroissent énormément dans un temps assez court, au point qu'on peut en déterminer la mesure. On sait que les côtes de la mer Rouge sont maintenant encombrées de ces rescifs de corail qui en rendent l'accès extrêmement dangereux.

Il est reconnu que les polypes ne vivent point à des profondeurs extraordinaires et qu'ils ne comblent pas le fond des mers, comme on l'a cru. Il ne s'en trouve guère qu'à vingt brasses sous les eaux. Cependant on en cite aussi dans des mers dont on ne connaît pas le fond. C'est sur des roches, sur des masses solides qu'ils élèvent leurs travaux; mais les courants qui lavent souvent les polypiers encore à l'état pâteux, en dissolvent le calcaire en plus ou moins grande quantité, et en arrachent même des fragments solides qu'ils entraînent et vont déposer sur d'autres points. M. Durville a vu, dans les mers du Sud, les courants blanchis sur une ligne de vingt-cinq lieues, par ces matières calcaires et pâteuses dont ils s'étaient chargés, et il a observé que le dépôt qui en résulte est à peine distinct de la craie blanche.

Nous avons donc aujourd'hui encore trois sortes de gisements pour les matériaux que ces zoophytes fournissent au sol de remblai; des polypiers en place, tels que ceux qui forment des rescifs et des îles en place, capables de résister à tous les

efforts des eaux ; puis des fragments de polypiers solides, transportés plus ou moins loin du lieu de leur production; et enfin une pâte calcaire, crayeuse, obtenue par le lavage des polypiers en place, et entraînée par les courants qui la déposent en sédiments. Or, nous retrouvons précisément ces trois modes de gisement dans les anciens terrains. Les polypiers en place, et les polypiers à l'état fragmentaire, se reconnaissent dans tous les terrains. Les premiers sont nombreux, surtout dans les couches calcaires siluriennes et dans le coralrag jurassique. La pâte calcaire ou les fragments de polypiers broyés, triturés par les flots, et réduits en quelque sorte à l'état moléculaire, constituent la craie blanche. Ce qui se faisait, dès les premières époques géologiques, continue donc de se faire sous nos yeux.

Nous avons reconnu l'existence de deux sources premières de la matière calcaire : les eaux souterraines et les corps organisés. Il est vrai que les polypes et les mollusques se développent dans des eaux plus ou moins saturées de carbonate de chaux, et qu'ils se l'assimilent; mais on est obligé de reconnaître que ce que les animaux en empruntent aux roches calcaires est infiniment moindre que ce qu'ils leur en fournissent. D'ailleurs, il ne faut pas oublier que cette matière a préexisté à la vie, puisque nous la retrouvons dans le sol primitif, dans les roches granitiques.

II. Deuxième groupe. — *Roches siliceuses.* La première source de la silice et des sables est encore les roches primitives; le quartz, en effet, est une des principales substances de ces roches; or, les influences météoriques et les eaux, en désagrégeant ces roches, mettent la silice en liberté; celle-ci, roulée par les eaux, devient des sables. En outre, il est aujourd'hui démontré que la silice est fusible par la chaleur et même soluble dans l'eau; or, ces deux causes suffisent pour donner l'étiologie des sources thermales siliceuses, qui apportent ainsi, du sol primitif, la silice en dissolution ou au moins en suspension de molécules très-tenues. Il existe un certain nombre de ces sources chaudes; telles sont, pour n'en citer que deux exemples, celles de Poorgootha dans l'Inde, et celles du mont d'Or, en Auvergne, qui couvrent les objets d'un enduit siliceux. Ici,

comme pour les sources calcarifères, il y a liaison entre l'eau et la chaleur, ces deux causes générales du sol de remblai.

Une seconde source de la silice sont encore les êtres organisés. Quelques espèces de polypes sécrètent de la silice. Il en est de même des éponges à aiguilles. Mais les animaux qui paraissent en fournir davantage sont les infusoires à carapaces siliceuses. Ces êtres si petits, si nuls en apparence, que quarante millions d'individus de leur ordre ne pèsent qu'un grain, ont accru très-sensiblement le sol de remblai par l'entassement de leurs dépouilles. M. Ehrenberg, professeur à Berlin, a constaté la présence de leurs têts siliceux, en immense quantité dans la craie de Volhynie, dans le terrain crétacé de Hongrie, de la Grèce, de la Sicile et de l'Afrique. Ils ont sécrété dans les terrains tertiaires ces grandes masses de silice ferrugineuse qu'on appelle tripoli, qui ont depuis huit pouces jusqu'à quinze pieds de puissance. Le tripoli de l'Ile-de-France, ceux de Bilin, en Bohême, de Santa-Fiora, en Toscane, de Jastraba, en Hongrie, de Luçon, aux îles Philippines, paraissent entièrement formés de leurs parties solides. M. Ehrenberg compte treize autres gisements d'infusoires fossiles à têt siliceux, en Amérique, savoir : un au Brésil et douze aux États-Unis. M. Redzius nous apprend que les dépôts désignés sous les noms de farine minérale, farine fossile, etc., ne sont pas autre chose que des dépouilles siliceuses d'infusoires. On trouve cette farine en couches d'un pied et demi d'épaisseur, sous la vase qui tapisse le fond d'un lac à deux milles de la ville d'Uméa, dans la Vestrobothnie ; on en cite encore d'autres dépôts en Suède, en Finlande et aux environs de Degerford, sur les frontières de la Laponie. Les habitants de certains pays lui attribuent quelque vertu surnaturelle, et en mêlent à leur pain par superstition. Les arts industriels en ont fait un meilleur emploi. Les anciens connaissaient les briques qui surnagent, Pline en fait mention. M. Fabroni a recommandé, comme offrant les qualités que Pline attribuait à celles de l'Ibérie, des briques faites avec des terres qu'il a trouvées près de Florence, et M. Ehrenberg a prouvé que la matière dont se servait Fabroni, était une couche d'infusoires fossiles à téguments siliceux ; il est donc probable que les briques flottantes des anciens avaient la même

origine. L'observateur de Berlin a pu reconnaître aussi sous le microscope des têts siliceux dans des fragments de ces vases d'Égine que les Grecs vantaient pour leur extrême légèreté.

Cette source si abondante de matière siliceuse pour les anciens terrains, continue d'en fournir aux roches contemporaines. Il existe encore aujourd'hui, comme il existait autrefois, des espèces qui habitent les mers, et d'autres, les eaux douces. Ces deux divisions d'infusoires forment encore des masses puissantes. Tout le fer limoneux des marais est presque entièrement composé d'une seule espèce siliceuse, la *gallionella ferruginosa*. Sous la ville de Berlin, et dans le voisinage de plusieurs lacs, à une profondeur de quelques mètres, on observe des couches de neuf à douze mètres de puissance où les animaux infusoires vivants et à têt siliceux, se trouvent entassés en nombre si prodigieux que le mélange terreux de la couche ne s'élève pas à quatre pour cent. Ce sont des briques composées de ces matières que l'on a employées dans les constructions des combles du nouveau musée de Berlin.

D'autres infusoires vivants à têt siliceux ont été signalés dans la Baltique, dans la mer du Nord, dans celle d'Amérique, etc. L'histoire de ces animaux offre une particularité bien remarquable ; c'est que, des espèces reconnues à l'état fossile dans les terrains secondaires, font encore partie de la nature vivante. M. Éhrenberg a compté jusqu'à quarante espèces d'infusoires communes à l'époque actuelle et à celle de la craie.

Ainsi, les infusoires, les spongilles, les polypiers, etc., les sources silicifères et les terrains primitifs fournissent encore aujourd'hui de la matière siliceuse à la cause neptunienne pour former des concrétions, des dépôts de quartz, des grès, des meulières, des sables, etc.

Que la silice soit ou ne soit pas soluble au sein des eaux, il n'en est pas moins certain qu'il se forme tous les jours des cristaux de quartz et des meulières qui sont siliceuses. L'action mécanique des eaux dépose la silice à l'état de sable; si les sables ne sont pas cimentés par de la silice dissoute, il faut bien admettre qu'ils le seront ou par le carbonate de chaux, ou par des grains siliceux très-tenus, disséminés dans le li-

quide et gagnant le vide des corps, ou enfin de toute autre manière qui nous serait encore inconnue.

III. Troisième groupe. — *Roches argileuses*. Les argiles ont pour base l'alumine, la silice et l'eau. C'est l'alumine qui prédomine. Cette alumine vient de la désagrégation des roches granitiques; le feldspath de ces roches, qui est alumineux, se décompose sous les influences météoriques et sous celles de l'eau; il en est de même des micas, des talcs, etc., qui tous sont des silicates d'alumine; les eaux décomposent et entraînent l'alumine et la silice, et produisent des sédiments argileux, dans lesquels on distingue souvent encore la forme des grains de feldspath, les paillettes de mica, etc.

Les sables ou grains de quartz proviennent aussi de la décomposition des mêmes roches; comme les argiles, ils sont le résultat du lavage du sol émergé par les eaux continentales. Du mélange des argiles, des sables, de la silice et du carbonate de chaux, résultent les marnes que les géologues appellent sableuses ou calcaires, ou argileuses, du nom de l'élément qui y prédomine.

IV. Quatrième groupe. — *Roches charbonneuses*. Personne ne doute plus aujourd'hui que la houille soit composée de végétaux plus ou moins réduits en poussière, charriés et déposés par des courants dans des bassins lacustres ou marins. Les fougères, les conifères et les végétaux des tourbières paraissent dominer dans les houilles.

Dans les forêts que l'homme n'a point cultivées, le terreau, produit par les feuilles et les branches qui tombent et se décomposent sur place, s'élève assez rapidement. Que ces matières soient délayées et emportées par les eaux, elles formeront en se déposant une boue végétale tout-à-fait analogue à ce qui s'observe dans nos mares où l'on trouve quelquefois sur une profondeur de quinze ou vingt pieds des couches de poussière végétale et disposée en lits réguliers.

Cette source primitive des houillères anciennes, que la canalisation des fleuves et le déboisement ont si fort affaiblie dans nos pays d'Europe, est encore très-abondante sur le continent d'Amérique. Un observateur a calculé qu'il passait mille pieds cubes de matière végétale, par heure, à l'embouchure du Mis-

sissipi. Il y a des temps où des troncs d'arbres, envasés près de l'embouchure de ces grands courants américains, barrent le passage aux autres matériaux de même nature qui viennent après eux; ces bois s'entrelacent par leurs branches; les substances minérales qu'amènent les eaux cimentent grossièrement et maintiennent quelque temps ces sortes de radeaux d'une longueur démesurée, que l'on voit descendre le fleuve pour aller s'atterrir et se déposer dans la mer. L'imagination est effrayée, quand on pense à la grandeur des dépôts houillers que ces mêmes fleuves auraient formés dans un état de choses qui durerait seulement depuis quelques milliers d'année; puisque, pour le seul Mississipi, mille pieds cubes de matière végétale par heure donneraient, en deux mille ans seulement, dix-sept milliards, cinq cent soixante millions de pieds cubes de matière végétale par an.

On voit par ces exemples que les dépôts de charbons qui se forment en ce moment ne doivent être que locaux et qu'il ne peut y en avoir indéfiniment, ni sur une très-grande largeur. Or, il en est de même, comme on le sait, des anciens dépôts houillers.

De plus on observe dans ces derniers deux circonstances de gisement fort différentes pour les matières végétales. La houille proprement dite est essentiellement formée de végétaux décomposés, de poussières végétales; les tiges et les empreintes y sont beaucoup plus rares que dans les grès et les argiles qui alternent avec elle. Les anciens courants charriaient donc tantôt des tiges et des feuilles avec la matière des argiles et des grès; tantôt des détritus, des poussières de végétaux contenant une grande quantité de carbone. Eh bien! nous remarquons encore ces deux circonstances dans les transports des matériaux analogues par les courants américains; car, outre les branches, les tiges, les feuilles qu'ils entraînent, on voit, en d'autres temps, leurs eaux, toutes noires de la poussière des végétaux décomposés dont elles sont chargées; et cette matière noire peut encore colorer de nouveaux marbres saccharoïdes ainsi que les calcaires et les grès de nouveaux terrains houillers, comme il est probable que c'est elle qui colora les anciens.

En résumé, le nombre des roches qui forment la partie sédi-

menteuse du sol se réduit à quatre pour toutes les époques antérieures à la nôtre : calcaires, sables ou grès, argiles, charbons ; et l'eau produit encore aujourd'hui toutes ces sortes de roches, dont elle puise les éléments aux mêmes sources qu'autrefois.

ART. III. *Des variations dans la quantité des produits de la cause aqueuse. Conséquence de ce fait contre les calculs de quelques écrivains sur les atterrissements des fleuves et sur l'âge absolu du globe.*

Mille circonstances peuvent faire varier la quantité des matériaux que les fleuves déposent sur leurs bords ou transportent à la mer ; l'état des montagnes d'où ils descendent : si elles conservent encore leur humus et leurs grands végétaux, ou si les vents et les eaux pluviales, ces pourvoyeurs naturels des courants, les ont déjà dégradées, dénudées jusqu'à l'ossature ; l'état du pays qu'ils arrosent. S'ils sont couverts d'une végétation puissante ou si l'homme les a dépouillés de ses forêts ; les accidents météoriques variables suivant les lieux... C'est ainsi que des vents du Nord chassent les nuages élevés de la Méditerranée vers les hautes montagnes de l'Abyssinie ; ces nuages s'y amoncellent, s'y condensent et s'y résolvent en pluies qui durent plusieurs jours, et causent le débordement du Nil. La même chose a lieu sur toutes les hautes montagnes, et y produit également des pluies immenses à des époques fixes, et des inondations considérables. Les moussons de l'Inde conduisent sur les Gates, alternativement à l'Orient et à l'Occident, des nuages de l'océan indien, et produisent les pluies périodiques sur chacun des deux côtés, toujours aux mêmes époques. Les nuages de la mer Atlantique sont condensés sur les Cordillères, où ils produisent à des époques fixes les débordements immenses des grands fleuves qui sortent de ces montagnes. Mais chaque année la quantité et la durée des pluies varient ; et si même les montagnes viennent à baisser considérablement, cela peut les faire cesser tout-à-fait.

L'état des fleuves eux-mêmes : s'ils sont lents ou rapides, emprisonnés dans leurs lits par la canalisation ou libres de dé-

truire leurs rives et de suivre leur pente naturelle; s'ils ont peu ou beaucoup d'affluents ; si ces affluents sont continuels ou périodiques; s'ils durent jusqu'à la fin des dépôts, ou s'ils se dessèchent dans l'intervalle. La nature des bancs qu'ils entament : si ce sont des sables, des graviers, des argiles ou des roches solides, comme le granit et le calcaire. La température des eaux courantes.

La quantité éprouvera de nouvelles variations, lorsque le fleuve, après avoir détruit, à force de temps, une roche siliceuse, ne rencontrera plus que des couches meubles sur une partie considérable de son cours; elle variera encore si tous les affluents entament à la fois des couches meubles ou s'ils attaquent tous ensemble des bancs solides, ou s'ils ne les attaquent que successivement. Les fleuves pourront éprouver de longues intermittences, pendant des siècles entiers, tandis qu'auparavant, peu d'années leur suffisaient pour accumuler d'immenses dépôts.

A leur entrée dans la mer, les matériaux des fleuves subiront d'autres variations, sous le même rapport, selon que la découpure des côtes, la force et la disposition des remous, seront favorables ou contraires au courant fluviatile ; selon que les vents y régneront avec plus ou moins de violence, et cette circonstance peut varier par le simple éboulement d'une falaise, etc., etc.

Les dunes, la terre végétale, les tourbières, les dégradations des montagnes, l'accroissement des glaces, le rongement des falaises par la mer, tous ces prétendus chronomètres de Deluc sont soumis à autant de vicissitudes dans leur développement que les atterrissements et les dépôts fluviatiles et marins eux-mêmes.

Ainsi, *l'étude d'une série de phénomènes géologiques observés quelque part, et dont la durée individuelle serait connue, ne pourrait servir à fixer d'autres phénomènes analogues, accomplis sur un autre point*. Ce résultat est d'une haute importance. Des calculateurs ont assigné cinquante mille ans aux atterrissements du Nil; soixante-dix mille à ceux du Pô, autant à ceux du Gange, autant à ceux du fleuve Jaune de la Chine. Après avoir bien ou mal saisi l'étendue du phénomène des atterris-

sements dans un temps donné, ils se sont hâtés de soumettre le problème à une solution : cette étendue, ont ils dit, s'est formée en cent ans ; donc une étendue décuple en longueur a dû se former en mille ans. Mais ils n'ont point examiné si les causes doivent toujours agir de la même manière et avec la même intensité; si ce qui est déjà fait, par exemple, n'exerce pas une influence susceptible de hâter ou de ralentir le produit de la même cause, ou si la cause elle-même n'est pas modifiée par la succession de ses produits, ce qui troublerait complétement et d'une manière continue la loi de formation de ceux-ci. Il est donc impossible de faire un calcul rétrograde sur les données prises dans les circonstances actuelles.

Tout ce que l'on pourrait faire avec les données géologiques serait de montrer qu'en général les atterrissements sont extrêmement rapides aux embouchures des fleuves, et partout où ils ont lieu, comme autrefois, sur une très-grande échelle pour la quantité et l'étendue. Si l'on n'a pas d'autres preuves du fait, on peut fort bien croire, sans craindre de démenti de la part de la science, que tous ces phénomènes se sont opérés dans un temps infiniment plus court que celui qui leur a été assigné.

Les considérations précédentes renversent du même coup les échafaudages établis par certaines imaginations, pour mesurer en quelque sorte tous les étages de la terre et fixer l'âge de sa masse totale. Il ne faut pas demander à la géologie une preuve absolue, ni même approximative de la durée du globe ; cette preuve n'est pas dans la nature des choses. Comment prouver qu'un continent ou que tel état de la surface de la terre a un âge déterminé? Ce problème est trop compliqué, il dépend de circonstances trop nombreuses et trop variables. Ces déplorables abus introduits dans la science ne sont propres qu'à la discréditer; car la géologie ne ressemble pas à l'oracle de Delphes qui avait une réponse à toutes les questions.

LEÇON XII.

ART. IV. — *Des variations dans la qualité des produits de la cause aqueuse : origine des alternances, réfutation de l'hypothèse de Georges Cuvier.*

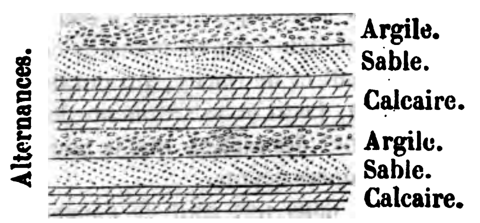
Les substances minérales transportées par les courants dans les bassins lacustres et marins ne sont pas toujours les mêmes, leurs variations tiennent à un grand nombre de causes ; mais les plus ordinaires paraissent être l'action intermittente de certains cours d'eau ; les changements qui surviennent dans l'état des montagnes où les fleuves prennent leur source ; la différence minéralogique des terrains lavés par leurs divers affluents et celle des couches qu'ils enlèvent successivement au fond de leur lit ; l'abaissement et l'élévation du niveau de leurs eaux, et les irrégularités de leurs crues.

Tel affluent apporte du sable et tel autre de l'argile ; mais si la crue n'a pas lieu en même temps pour les deux, il peut arriver que celui qui ne l'a pas éprouvée, n'apporte presque rien, cette année, dans le bassin où se jettent ses eaux, et que vous ayez, par exemple, de l'argile et point de sable ; l'année suivante, si la crue suit un sens inverse, vous aurez du sable et pas d'argile ; enfin, si les deux affluents éprouvent en même temps l'effet des grandes eaux, il en résultera des marnes argilo-sableuses aussi distinctes des deux couches précédentes que ces deux couches le seront l'une de l'autre, car ces trois dépôts se composent d'éléments différents. Si les intermittences dans le degré d'intensité d'action des eaux affluentes se répétaient plusieurs fois de la manière que nous venons de supposer, elles auraient pour effet un nombre plus ou moins considérable de dépôts alternatifs de marnes, de sables et d'argiles.

La qualité des produits éprouvera d'autres variations analogues, lorsqu'un fleuve, ayant enlevé le banc solide qui formait

le fond de son canal, entamera des couches meubles de nature différente de celles dont il charriait précédemment les débris. Il y a des affluents qui sont continuels, il y en a qui ne sont que périodiques; toutes les fois que les produits des uns et des autres ne seront pas identiques, nous aurons encore en superposition des couches minérales différentes. Un ancien affluent transportait des matières charbonneuses; s'il vient à se dessécher, ses dépôts de lignites pourront être recouverts par les sables ou les grès des courants qui lui survivent sur la même ligne. Quelquefois il faut rechercher la cause de ces variations jusqu'à l'autre extrémité du trajet des fleuves. On rencontre au pied des montagnes de grandes masses granitiques complétement décomposées par les agents atmosphériques; les torrents et les pluies en entraînent rapidement les parties argileuses jusque dans le fleuve qui doit les descendre à la mer où elles commencent peut être le premier terme d'une série de dépôts argileux qui alterneront au temps des crues avec les dépôts hétérogènes produits par le concours de tous les affluents.

On voit donc que les mêmes circonstances qui font varier la qualité des matériaux de la cause aqueuse, produisent aussi les *alternances*, c'est-à-dire la répétition, le retour de dépôts de même nature à des points différents de la ligne verticale.



Le phénomène des alternances s'accomplit aujourd'hui par tous les fleuves; ainsi le Mississipi charrie tantôt des argiles rouges, tantôt des argiles bleues, tantôt des sables et tantôt d'énormes quantités de bois. Ainsi la Seine est tantôt jaune, lorsqu'elle lave le sol argileux de la Bourgogne, et tantôt blanche, quand les sédiments lui sont fournis par la Marne qui lave le sol crayeux de la Champagne.

Si c'est un bassin de mer qui reçoit les eaux continentales, le phénomène des alternances offrira d'autres combinaisons. Il

existe continuellement deux grands mouvements alternatifs en sens contraire, celui des fleuves qui descendent vers les fonds des matériaux pris sur tous les points élevés, et celui des mers qui remontent vers les rivages des matériaux pris dans les fonds. Entre ces deux puissances, il y a lutte presque continuelle, et ce n'est pas toujours la même qui l'emporte. A l'époque des grandes inondations, les fleuves peuvent refouler les eaux de la mer et transporter leurs matériaux sur des sédiments marins; à l'époque des marées les plus basses, ils gagnent encore davantage sur le lit de la mer. Mais quand viennent les grandes marées, la mer refoule à son tour l'eau des fleuves bien avant dans leurs lits, et peut couvrir de débris remontés par ses vagues les dépôts précédemment formés par l'eau douce. Les vents, en favorisant tantôt le mouvement marin, et tantôt l'action fluviatile, concourent aussi à produire ces combinaisons. Personne n'ignore avec quelle rapidité l'embouchure de certains fleuves s'avance dans la mer. On peut apprécier la marche des atterrissements sur les bords de la mer d'Azof et sur ceux de la mer Noire que le Danube comble tous les jours. Le Pô a gagné sur la mer environ quatorze cents mètres pendant les XVIIe et XVIIIe siècles(1). Le Rhône a gagné près d'une lieue, depuis que saint Louis s'embarqua dans le port d'Aigues-Mortes, en 1269. Les matériaux que le Missisipi charrie à son embouchure se sont avancés de quinze lieues depuis moins de cent ans, au rapport de Volney, de Hall et de Darby, qni ont donné des détails sur cet immense Delta. Le lit et les sédiments de ces fleuves occupent donc aujourd'hui des espaces que la mer a dû recouvrir auparavant de ses propres dépôts.

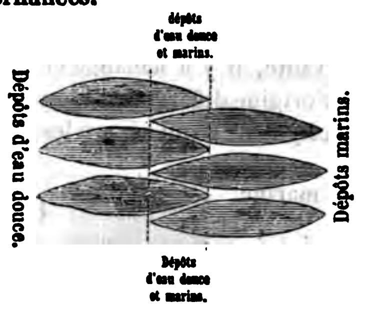
Ainsi s'expliquent dans une série de dépôts superposés le mélange de débris marins et d'eau douce, et le retour plus ou moins fréquent soit de couches marines alternant avec des couches d'eau douce, soit de couches d'eau douce alternant avec d'autres de même origine, mais de nature différente. Voilà des phénomènes qui se produisent maintenant dans nos mers ; ils ont dû se produire et il est certain qu'ils se sont produits dans l'ancienne mer et dans tous les anciens bassins que nous

(1) Note de Prony, publiée dans l'ouvrage de Cuvier sur les ossements fossiles.

habitons. Tous les terrains, depuis les plus anciens jusqu'aux plus récents, en présentent de nombreux exemples.

Le phénomène des alternances ne suppose donc pas, comme le croyait G. Cuvier, que la mer, après avoir occupé longtemps tel ou tel lieu, aurait été déplacée; que des bassins d'eau douce lui auraient succédé; qu'au bout d'un grand nombre de siècles, ces bassins auraient fait place à leur tour à une nouvelle mer, et ainsi de suite, plusieurs fois alternativement!... Rien ici ne nécessite ces déplacements et ces successions de mers et de fleuves. Ce sont les mêmes mers et les mêmes fleuves qui ont déposé toutes les différentes couches; ces deux causes ont agi simultanément et sans interruption. Malgré les variations dans les effets du milieu de la ligne, il y a constance à ses deux extrémités, c'est-à-dire, dépôts fluviatiles d'un côté, dépôts marins de l'autre, et intermédiairement alternances des uns avec les autres. Les alternances indiquent bien que sur les points qu'elles occupent, il y a eu tour à tour suspension et reprise de l'action marine et de l'action fluviatile, mais sur ces points-là seulement, puisqu'aux extrémités l'observation constate l'existence d'une série de dépôts de même origine, c'est-à-dire, tous marins d'un côté et tous d'eau douce de l'autre.

La figure suivante rend sensible et fait comprendre le phénomène des alternances.



Dans cette figure où les dépôts sont grossièrement représentés sous leur forme normale qui est celle de disques ou de fuseaux placés les uns sur les autres, nous n'avons d'un côté des lignes verticales que des dépôts marins, et de l'autre que des dépôts fluviatiles, tandis que sur les lignes verticales ces mêmes dépôts sont alternativement fluviatiles et alternativement ma-

rins. Ces deux sortes de dépôts occupent les mêmes lignes horizontales, parce que les deux causes agissaient simultanément et sans interruption ; ils occupent aussi les mêmes lignes verticales, mais là, il y a eu tour à tour intermittence de l'une et de l'autre cause. De là le phénomène purement local des alternances. Ce mode d'action de la mer et des fleuves a toujours été le même.

C'est d'après les premières observations faites sur les terrains tertiaires des environs de Paris que Cuvier composa sa théorie, et c'est par une longue série de faits fournis par ces mêmes terrains mieux étudiés qu'elle a été renversée.

Et d'abord la liaison intime des couches alternantes est incompatible avec l'hypothèse de Cuvier ; car, il ne faut pas croire qu'il y ait dans ce fait des alternances une précision rigoureuse, telle qu'elle devrait se trouver, si la cause fluviatile avait été complétement étrangère au produit de la cause marine, et réciproquement.

Quand on étudie avec soin le point de contact des formations d'eau douce, on ne trouve nulle part de ligne de séparation nette et tranchée ; on aperçoit des passages, des nuances, des oscillations répétées des unes aux autres, mais qui ne dépassent pourtant pas certaines limites. Les caractères minéralogiques d'une roche ne se dessinent complétement que dans ses points médiants ; mais de ces points à ceux qui leur correspondent dans la couche suivante, il y a mélange et fusion des deux dépôts de nature et d'origine différentes. L'on ne peut dire si c'est la ligne n° 1 ou là ligne n° 2 qui sépare les deux formations.

Formation marine.
Mélange. . . . . .
Eau douce. . . . .
Mélange. . . . . .
Marine. . . . . . .
Mélange. . . . . .
Eau douce. . . . .

1 — 1
2 — 2
1 — 1
2 — 2
1 — 1
2 — 2

Ces mélanges s'observent dans tous les terrains. Ces deux formations ont donc été déposées par la même mer et les mêmes fleuves; car, s'il était vrai, comme le supposait Cuvier, que le dépôt marin, par exemple, n'eût pris naissance qu'après l'émersion et le dessèchement du dépôt d'eau douce, celui-ci ne serait jamais que contigu à l'autre, et sur aucun point les deux formations ne confondraient leurs roches et leurs fossiles. Le système de Cuvier est donc en opposition formelle avec le fait général de la liaison des couches de formation diverse; voyons si l'analogie et le nombre des couches de même formation lui sont plus favorables.

Si les alternances représentaient le nombre des séjours de la mer sur nos continents, il en faudrait admettre aujourd'hui pour les seuls terrains tertiaires et la craie blanche de Paris, non plus seulement quatre ou cinq avec MM. Cuvier et Brongniart, mais le double de ce nombre, comme on peut s'en convaincre par le tableau suivant qui indique la disposition des couches, leur nombre et celui de leurs alternances.

Terrains tertiaires parisiens.

NOMBRE DES ALTERNANCES.	
1	Meulières (eau douce). Marnes à huîtres, sables et grès marins.
2	Gypse et calcaire d'eau douce. Calcaire grossier marin.
3	Marnes à lignites (eau douce). Calcaire grossier marin.
4	Marnes à lignites (eau douce). Calcaire grossier marin.
5	Argile (eau douce). Calcaire grossier marin.
6	Argile (eau douce). Calcaire pisolitique marin.
7	Argile (eau douce.) Craie marine.

Ainsi, les terrains de Paris qui ne représentent que les étages inférieur et moyen du système tertiaire, offrent jusqu'à sept fois le retour de ce phénomène; par conséquent, il faudrait admettre, pour la reproduction des couches marines de ces deux étages seulement, autant d'invasions successives de l'ancienne

mer sur nos continents. Mais il existe un étage supérieur que Cuvier n'avait pas étudié et dans lequel les formations marines et d'eau douce sont encore séparées plusieurs fois en couches alternatives. Ce n'est pas tout : on ne saurait douter que tous les ordres de terrains sédimenteux inférieurs aux tertiaires, n'aient été produits par les mêmes causes que ces derniers; or, ils ont aussi leurs alternances, et la superposition de formations tour à tour marines et d'eau douce s'y observe si souvent que les géologues citent jusqu'à cinquante ou soixante couches alternantes dans le seul terrain houiller. Mais voici le comble de l'invraisemblance : à ce nombre prodigieux d'occupations de notre terre par l'Océan, il faudrait ajouter, pour expliquer l'existence des couches d'eau douce, un nombre égal de fleuves, qui se seraient succédé les uns aux autres, dans les intervalles des retraites et des retours des flots marins, et toujours dans la même direction et les mêmes lits.

Cette merveilleuse histoire des révolutions de notre globe ne s'accorde pas mieux avec l'analogie qui existe entre les couches constitutives d'une même formation, analogie qui ne permet pas de croire qu'elles aient été déposées par des fleuves et des océans différents. En effet, en supposant que les mers aient sept fois envahi subitement l'ancien bassin de Paris, qu'elles l'aient possédé pendant des milliers de siècles, et qu'entre leurs retraites et leurs retours, sept fleuves soient venus successivement superposer leurs dépôts aux dépôts océaniens, est-il croyable que, durant tout le cours de ces longues et terribles révolutions, toutes les autres circonstances soient constamment restées les mêmes, tant du côté de ces mers que du côté de ces fleuves? C'est pourtant ce que l'on serait obligé d'admettre, si l'on acceptait la théorie des irruptions marines. Ainsi, les terrains de Paris renferment deux couches de lignites, trois d'argile, et cinq lits de calcaire grossier. Mais ces calcaires sont tellement semblables que si l'on fait abstraction des dépôts d'eau douce qui les séparent, on ne saurait plus distinguer les uns des autres; et si l'on met de même en série continue les dépôts d'eau douce de même nature, les lignites et les argiles, on retrouve les mêmes rapports de ressemblance, la même analogie; il faut donc que tous ces dépôts analogues aient été formés par

la même mer et les mêmes fleuves, à moins qu'on ne suppose que cinq mers différentes se soient entendues pour n'apporter sur les mêmes points que du calcaire grossier semblable; que trois fleuves, séparés par un grand nombre de siècles, aient cependant lavé le même sol argileux, suivi la même ligne, et déposé leurs sédiments semblables sur le même point abandonné par les mers; et que deux autres courants, après avoir raviné des forêts formées d'espèces végétales identiques, et ressemées tout exprès sur les mêmes points, en aient transporté les débris précisément dans le même lieu, choisi par les mers et les fleuves précédents pour être le siége de combinaisons semblables. Que serait-ce, si nous transportions ce raisonnement sur le terrain houiller où les alternances de couches analogues sont de huit à dix fois plus nombreuses!...

Lorsque les terrains d'Europe, dans l'état où nous les voyons maintenant, sortirent du sein des eaux, ce fut très-probablement pour la première fois. S'il y a des exceptions, elles ne sont que locales, et l'on n'en connaît pas pour la France. Nulle part on ne trouve en place de débris d'un sol qui aurait été soumis précédemment aux influences atmosphériques et sur lequel auraient vécu des animaux ou des végétaux, et le gisement des fossiles montre que tous ont été transportés sous les eaux.

L'hypothèse de G. Cuvier n'est donc pas l'interprétation fidèle des faits, et il faut revenir à la théorie proposée par les géologues observateurs. D'après celle-ci, le mélange des alternances de formation diverse, à leur point de contact, mélange qui s'observe dans tous les terrains, est un fait qui doit nécessairement se renouveler aujourd'hui dans les embouchures, parce que l'action de l'une des causes dont elles sont le produit n'est pas suspendue encore tout-à fait quand l'autre commence. De plus, les alternances de formation diverse, loin d'être l'expression générale des faits qui s'accomplissent en ce moment, ne sont qu'un phénomène local et ne doivent avoir lieu que sur des points généralement assez rapprochés des embouchures. Or, l'étude des êtres fossiles prouve que celles des terrains émergés de tous les âges ne se rencontrent aussi que sur des points qui furent autrefois des embouchures de fleuves. Il

existe donc encore, sous ces rapports, la plus parfaite analogie entre les phénomènes anciens et les phénomènes actuels. Les uns et les autres procèdent donc de causes identiques et dont le mode d'action n'a pas changé.

Nous venons de voir les variations que les matériaux de la cause aqueuse peuvent éprouver; mais si nous voulons embrasser, dans leur ensemble, tous les produits de cette cause et leurs différences, représentons-nous une vaste mer avec ses courants généraux, dans le sein de laquelle se rendent des torrents et des fleuves, après avoir traversé, les uns des lacs, les autres des terres désertes, d'autres des pays boisés et peuplés d'animaux. Tandis que les sources qui alimentent les lacs déposent dans leurs bassins les matières dont elles étaient chargées; que les fleuves abandonnent une partie de leurs matériaux le long de leurs rives, et transportent le reste à la mer, à des distances plus ou moins grandes de leurs embouchures, et que l'action violente, désordonnée, diluvienne, des torrents débordés, entraîne pêle-mêle ses produits et les entasse confusément dans le bassin marin, de son côté, la mer, par l'effet de ses remous, de ses propres courants, de ses marées, forme près de ses rivages, et dans ses parties les plus profondes, des dépôts composés de mollusques et de débris de polypiers; en même temps, la cause ignée, agissant de dessous l'épaisseur totale du sol de remblai qu'elle a disloqué, remplit de ses produits les cavités de ce sol, ou les fait monter en laves jusqu'aux bouches de ses cratères, d'où ils s'épanchent sous les eaux par coulées successives. Quelquefois les laves peuvent alterner avec les dépôts marins; mais plus souvent les vagues et les courants s'en emparent, et les vont déposer plus loin sous forme de véritables sédiments aqueux. Souvent aussi la cause ignée remanie des matériaux déposés longtemps auparavant par les eaux; elle arrache d'anciennes roches sedimenteuses, elle les fond dans ses vastes fournaises pour en faire la matière de ses laves, ou elle en rejette, par ses cratères, les fragments solides qui retombent autour de la montagne de laves où ils seront enveloppés et recouverts par des laves postérieures.

Nous avons là toutes les sortes de formations de roches : des roches argileuses, calcaires, charbonneuses, arénacées, sili-

ceuses; des formations *diluviennes*, effets des torrents et des grandes débacles, *lacustres*, *fluviatiles*, *fluvio-marines*, ou d'embouchure avec leurs alternances, *marines littorales* ou de rivage, *marines-pélagiennes* ou de pleine mer, *plutoniennes* ou ignées, *pluto-neptuniennes* dont les matériaux, fournis par la cause ignée, ont été remaniés par la cause aqueuse, et *neptuno-plutoniennes* dont les matériaux fournis par la cause aqueuse ont été remaniés par la cause ignée. Toutes ces causes sont encore en action; toutes ces combinaisons se rencontrent dans la nature actuelle, comme elles sont représentées par leurs effets dans les terrains anciens; tous ces effets s'accomplissent simultanément et ne supposent aucune irruption marine, aucun changement de température.

Ces dépôts, si différents par leurs qualités et leur origine, le seront encore par leurs fossiles. Tous n'en renfermeront pas, et les fossiles ne seront pas les mêmes dans tous. Le fleuve qui baigne des pays déserts ne déposera pas d'autres corps organisés que des mollusques, des animaux fluviatiles; celui qui traverse un lac entraînera les dépouilles des animaux qui l'habitent jusqu'à la mer, où elles se mêleront à celles des animaux marins dans les formations d'embouchure. D'autres fleuves, lavant un sol peuplé de plantes et d'animaux terrestres, en apporteront également les débris dans le bassin marin. La faune et la flore marine seront aussi représentées; mais les dépôts littoraux et d'embouchure ne recevront en général que les espèces qui vivent près des bords, tandis que les dépôts pélagiens seront composés des restes de celles qui fréquentent la pleine mer.

A ces causes déjà si complexes, à ces effets si nombreux et si divers s'en ajouteront d'autres, si les remous et les courants de cette mer entraînent les matériaux fluvio-marins jusque dans le voisinage des dépôts pélagiens, ou s'ils viennent apporter des matériaux pélagiens près des dépôts de rivage et d'embouchure. Car alors ces différentes couches, bien que de nature si diverse, pourront se confondre sur une partie ou sur la totalité de leur étendue; si les courants étaient périodiques, il en résulterait des alternances, des passages, de nouvelles variations dans les phénomènes.

Outre les circonstances d'origine, de qualité, de fossiles, de

position qui font varier les matériaux de la cause aqueuse, il y a d'autres différences qui proviennent de leur âge et de l'étendue plus ou moins grande des bassins dans lesquels ils ont été déposés. Les roches doivent former et forment en effet des mélanges d'autant plus considérables que l'on remonte à des terrains plus récents, parce que l'action des eaux avait alors à sa disposition un plus grand nombre de sortes de matériaux. Remarquons, en effet, que les deux causes du sol, l'eau et la chaleur, ont été en même temps deux causes de destruction d'une partie de ce même sol, par leurs effets postérieurs. Des dépôts continus ont été souvent découpés, arrachés par l'action érosive de l'eau qui en a déplacé, transporté les matériaux sur d'autres points. La destruction des roches primaires a fourni des matériaux pour les roches du second âge; puis ces deux premiers âges ont à la fois contribué à la composition des roches du troisième, lequel à son tour offre encore en ce moment, conjointement avec les deux autres, des éléments à la cause aqueuse pour les roches qui sont en train de se former.

On distingue aussi les effets d'une cause agissant sur une grande échelle des effets de cette même cause quand elle agit sur plusieurs points d'une moindre étendue, comme les fleuves relativement à la mer. Dans le premier cas, ces effets pourront se ressembler, sans être liés les uns aux autres; dans le second, ils seront liés les uns aux autres sans se ressembler autant. Dans les petits bassins, les dépôts littoraux étant plus rapprochés des dépôts pélagiens, et les dépôts fluviatiles des dépôts littoraux, les différences se feront sentir à de moindres distances. Dans les grands bassins, les rapports de ressemblance existeront sur un grand espace, parce que les circonstances y sont plus uniformes, plus les mêmes sur de plus grandes étendues. Les bassins de la période primaire étaient plus vastes et moins nombreux que ceux de la période secondaire, laquelle est à son tour dans le même rapport avec la période tertiaire. Aussi, les couches primaires sont plus semblables à de grandes distances; on trouve des analogies frappantes entre les terrains carbonifères d'Europe et ceux d'Amérique; tandis que, graduellement dans les terrains secondaires et tertiaires qui occupent des bassins plus nombreux et plus circonscrits, nous trouvons des

différences sur des points plus rapprochés; ainsi les dépôts crayeux de Paris diffèrent déjà de ceux de la même formation dans la Normandie et vers Périgueux. Cependant les dépôts de craie de tous les pays se ressemblent plus ou moins, parce qu'ils sont tous pélagiens et qu'ils ont été produits dans des circonstances analogues, de même que l'on trouve de la ressemblance entre tous les différents dépôts de rivage; et pour les uns comme pour les autres, cette ressemblance porte sur plus de points, s'ils ont été déposés dans le même bassin et à la même époque, et elle est moins grande s'ils occupent des bassins différents et appartiennent à différentes époques.

Art. v. — *Passages, formes, disposition, structure, circonscription des produits de la cause aqueuse.*

L'étude d'une ancienne ravine, d'un torrent desséché, nous montre que les eaux déposent les divers matériaux à des distances différentes en suivant un ordre constant, celui de leur pesanteur relative. Les argiles, plus légères que les sables, sont transportées plus loin, puis, en remontant le canal, vous trouvez successivement les sables, les graviers, et enfin les cailloux qui sont plus près du point de départ du courant, en sorte qu'en voyant le dépôt, et sans avoir égard à la pente du terrain, vous jugez que les eaux partaient du côté où se trouvent les matériaux les plus lourds.

Lorsque les matériaux que charrie un courant sont de pesanteur inégale, la nature du dépôt ne sera donc pas identique, sur tous ses points, puisqu'elle pourra se composer ici de cailloux, là de graviers ou de sables, et plus loin d'argile.

En étudiant une ravine, nous remarquons aussi que sur les points où les matériaux de diverse nature se rencontrent, il y a passage et mélange de leurs roches et de leurs fossiles. Le changement de nature n'a rien de brusque et de tranché; on ne passe pas tout-à-coup, par exemple, des sables à l'argile, mais par des transitions et des nuances presqu'insensibles.

Tout le monde peut également s'assurer que ces différents amas n'ont pas sur toute leur longueur la même profondeur, ni la même étendue; leur plus grande puissance est dans les

points médiants, et de ces points à leurs deux extrémités, ils s'amincissent peu à peu, et finissent à rien : c'est la forme normale des dépôts.

Que de fortes crues rendent à la ravine toute son activité avec un redoublement de vitesse, les matériaux de différente pesanteur ne se déposeront plus sur les mêmes points; les cailloux pourront être entraînés sur les graviers, et ceux-ci sur les sables, ou sur les argiles, et nous aurons de nouveaux passages et des alternances dans la même couche.

Tous les systèmes anciens offrent ces accidents; il n'y a de différence que dans l'étendue de l'échelle. Vous trouverez à chaque pas des dépôts qui changent de nature, qui, sables sur un point, deviennent argile ou calcaire sur d'autres; des dépôts qui diminuent ou augmentent de puissance; et là, comme dans la nature actuelle, ces changements ne se font qu'insensiblement par des nuances et des intermédiaires.

Explication. — On ne trouve pas toujours toutes les couches d'un même système de formation en série continue; ce n'est pas partout le même nombre; il y en a qui manquent, quoique l'ordre général ne soit jamais interverti et que le n° 4, par exemple, n'occupe jamais la place de la couche n° 6. Ces lacunes sont produites par l'action intermittente des eaux, qui, tantôt plus faibles, parcourent moins d'espace, et tantôt plus fortes en parcourent davantage. Tout s'explique par le mode d'action des causes actuelles.

Formes. — Les travertins affectent une forme conique; ils la doivent au mode d'action particulier aux sources calcarifères dont ils sont le dépôt. Les couches sédimenteuses, produites par la mer et les fleuves, peuvent offrir accidentellement une forme analogue par suite des brisures ou du ravinement de leurs lignes horizontales.

Disposition. — Mais leur forme primitive et normale est plus ou moins discoïde, et l'on peut comparer un ensemble de couches à des fuseaux de sphère superposés. Cependant les couches ne sont pas superposées dans le sens de leur plus grande étendue. Ainsi, dans une série de quatre dépôts, par exemple, le troisième peut être en contact avec les deux premiers, et le quatrième avec tous les autres.

C'est encore la disposition et la forme que les eaux donnent en ce moment à leurs dépôts.

Structure. — En général, les dépôts de la cause ignée sont massifs; ceux de la cause aqueuse sont ordinairement stratifiés, c'est-à-dire composés de petits lits minces et superposés comme les feuillets d'un livre. Cette structure feuilletée et souvent fissile caractérise surtout les dépôts formés dans une eau tranquille, tels que les fluviatiles et les marins pélagiens. Les dépôts marins littoraux, qui se composent en général de matériaux remontés des fonds vers les rivages par une cause violente, ne sont d'ordinaire que grossièrement stratifiés. Les dépôts que produisent aujourd'hui nos mers et nos fleuves sont également stratiformes, et la comparaison fait connaître la même différence de stratification entre les dépôts marins de rivages et les fluviatiles.

Le feuilletage des roches, la différence de grain et de tissu de ces feuillets ou petits lits distincts, annoncent clairement les effets répétés et successifs d'une cause continue et régulière; ils excluent l'idée de révolutions violentes et subites qui n'auraient pas superposé régulièrement et constamment, mais confondu ces strates si minces, ainsi que les fossiles qui leur sont propres.

Les dépôts de notre époque sont meubles ou solides, comme ceux de toutes les époques antérieures. Si nous avons plus de dépôts meubles à proportion que les terrains anciens, cela tient à ce que les nôtres n'ont pas été recouverts. Il y a aussi plus de couches meubles dans les terrains de l'époque tertiaire que dans ceux d'un âge plus ancien; mais il faut remarquer que nous n'avons des plus anciens terrains que les portions plus ou moins centrales, leurs parties littorales ayant été employées par les eaux à la composition des systèmes secondaire et tertiaire; tandis que nous ne connaissons encore des terrains tertiaires et contemporains que les couches littorales, les seules qui soient sorties des eaux. Or, les dépôts de rivage sont toujours plus meubles d'abord, parce qu'ils se composent de matériaux plus grossiers que les portions centrales déposées dans des eaux plus tranquilles où n'arrivent que des sédiments très-fins, et

ensuite, parce qu'ils n'ont pas éprouvé la pression de masses supérieures aussi puissantes.

Circonscription. — Ce serait une grave erreur de croire que les dépôts s'étendent sur toutes les parties de la terre en enveloppes concentriques continues, comme les pellicules qui enveloppent un fruit. Il y a très-souvent défaut de continuité. Les dépôts d'une époque ne recouvrent qu'en partie seulement ceux d'une autre époque; ils ne sont jamais que locaux. Le sol primitif n'a pas été enduit en entier par le sol de remblai. Les terrains primaires n'ont formé que des massifs accidentels. Les secondaires n'ont pas recouvert partout les primaires; ils reposent tantôt sur ces derniers, tantôt sur des roches granitiques, et les terrains tertiaires à leur tour sont en contact avec les primaires et les secondaires et même avec le sol primitif. Enfin, ces trois systèmes se trouvent bien rarement en série continue; cependant il existe des points où ils sont distinctement superposés. Les terrains sédimenteux n'ont donc jamais été qu'un phénomène local, comme le sont encore nos terrains contemporains.

Nous avons dit qu'il existe des points dans lesquels les trois ordres de terrains sont superposés les uns aux autres; mais cette série continue ne se compose que de quelques dépôts de chaque terrain, et n'embrasse jamais toutes leurs couches et toutes leurs alternances. Il faut donc admettre deux sortes de séries géologiques, une série générale produite par la superposition de trois grands systèmes de terrains, et des séries particulières et locales propres à chaque pays. La série générale complète n'est qu'une abstraction déduite des faits particuliers, et qui n'a d'autre but que de faciliter l'étude et les observations sans pouvoir servir de base à une théorie fondée sur les faits; les séries locales sont les seules réelles, les seules desquelles on puisse tirer des conséquences. Il ne faut donc pas s'attendre à retrouver tous les dépôts de la série générale dans chaque localité, ni même dans aucune; ni prétendre rattacher tous les détails de la série d'un pays à la série des autres : ce serait comme si l'on voulait calquer la carte géographique de tous les pays sur celle de sa province, l'histoire de tous les peuples sur celle du peuple qu'on connaît le mieux.

Ces mélanges s'observent dans tous les terrains. Ces deux formations ont donc été déposées par la même mer et les mêmes fleuves; car, s'il était vrai, comme le supposait Cuvier, que le dépôt marin, par exemple, n'eût pris naissance qu'après l'émersion et le desséchement du dépôt d'eau douce, celui-ci ne serait jamais que contigu à l'autre, et sur aucun point les deux formations ne confondraient leurs roches et leurs fossiles. Le système de Cuvier est donc en opposition formelle avec le fait général de la liaison des couches de formation diverse; voyons si l'analogie et le nombre des couches de même formation lui sont plus favorables.

Si les alternances représentaient le nombre des séjours de la mer sur nos continents, il en faudrait admettre aujourd'hui pour les seuls terrains tertiaires et la craie blanche de Paris, non plus seulement quatre ou cinq avec MM. Cuvier et Brongniart, mais le double de ce nombre, comme on peut s'en convaincre par le tableau suivant qui indique la disposition des couches, leur nombre et celui de leurs alternances.

Terrains tertiaires parisiens.

NOMBRE DES ALTERNANCES.	
1	Meulières (eau douce). Marnes à huîtres, sables et grès marins.
2	Gypse et calcaire d'eau douce. Calcaire grossier marin.
3	Marnes à lignites (eau douce). Calcaire grossier marin.
4	Marnes à lignites (eau douce). Calcaire grossier marin.
5	Argile (eau douce). Calcaire grossier marin.
6	Argile (eau douce). Calcaire pisolitique marin.
7	Argile (eau douce.) Craie marine.

Ainsi, les terrains de Paris qui ne représentent que les étages inférieur et moyen du système tertiaire, offrent jusqu'à sept fois le retour de ce phénomène; par conséquent, il faudrait admettre, pour la reproduction des couches marines de ces deux étages seulement, autant d'invasions successives de l'ancienne

mer sur nos continents. Mais il existe un étage supérieur que Cuvier n'avait pas étudié et dans lequel les formations marines et d'eau douce sont encore séparées plusieurs fois en couches alternatives. Ce n'est pas tout : on ne saurait douter que tous les ordres de terrains sédimenteux inférieurs aux tertiaires, n'aient été produits par les mêmes causes que ces derniers; or, ils ont aussi leurs alternances, et la superposition de formations tour à tour marines et d'eau douce s'y observe si souvent que les géologues citent jusqu'à cinquante ou soixante couches alternantes dans le seul terrain houiller. Mais voici le comble de l'invraisemblance : à ce nombre prodigieux d'occupations de notre terre par l'Océan, il faudrait ajouter, pour expliquer l'existence des couches d'eau douce, un nombre égal de fleuves, qui se seraient succédé les uns aux autres, dans les intervalles des retraites et des retours des flots marins, et toujours dans la même direction et les mêmes lits.

Cette merveilleuse histoire des révolutions de notre globe ne s'accorde pas mieux avec l'analogie qui existe entre les couches constitutives d'une même formation, analogie qui ne permet pas de croire qu'elles aient été déposées par des fleuves et des océans différents. En effet, en supposant que les mers aient sept fois envahi subitement l'ancien bassin de Paris, qu'elles l'aient possédé pendant des milliers de siècles, et qu'entre leurs retraites et leurs retours, sept fleuves soient venus successivement superposer leurs dépôts aux dépôts océaniens, est-il croyable que, durant tout le cours de ces longues et terribles révolutions, toutes les autres circonstances soient constamment restées les mêmes, tant du côté de ces mers que du côté de ces fleuves? C'est pourtant ce que l'on serait obligé d'admettre, si l'on acceptait la théorie des irruptions marines. Ainsi, les terrains de Paris renferment deux couches de lignites, trois d'argile, et cinq lits de calcaire grossier. Mais ces calcaires sont tellement semblables que si l'on fait abstraction des dépôts d'eau douce qui les séparent, on ne saurait plus distinguer les uns des autres; et si l'on met de même en série continue les dépôts d'eau douce de même nature, les lignites et les argiles, on retrouve les mêmes rapports de ressemblance, la même analogie; il faut donc que tous ces dépôts analogues aient été formés par

la même mer et les mêmes fleuves, à moins qu'on ne suppose que cinq mers différentes se soient entendues pour n'apporter sur les mêmes points que du calcaire grossier semblable ; que trois fleuves, séparés par un grand nombre de siècles, aient cependant lavé le même sol argileux, suivi la même ligne, et déposé leurs sédiments semblables sur le même point abandonné par les mers; et que deux autres courants, après avoir raviné des forêts formées d'espèces végétales identiques, et ressemées tout exprès sur les mêmes points, en aient transporté les débris précisément dans le même lieu, choisi par les mers et les fleuves précédents pour être le siége de combinaisons semblables. Que serait-ce, si nous transportions ce raisonnement sur le terrain houiller où les alternances de couches analogues sont de huit à dix fois plus nombreuses!...

Lorsque les terrains d'Europe, dans l'état où nous les voyons maintenant, sortirent du sein des eaux, ce fut très-probablement pour la première fois. S'il y a des exceptions, elles ne sont que locales, et l'on n'en connaît pas pour la France. Nulle part on ne trouve en place de débris d'un sol qui aurait été soumis précédemment aux influences atmosphériques et sur lequel auraient vécu des animaux ou des végétaux, et le gisement des fossiles montre que tous ont été transportés sous les eaux.

L'hypothèse de G. Cuvier n'est donc pas l'interprétation fidèle des faits, et il faut revenir à la théorie proposée par les géologues observateurs. D'après celle-ci, le mélange des alternances de formation diverse, à leur point de contact, mélange qui s'observe dans tous les terrains, est un fait qui doit nécessairement se renouveler aujourd'hui dans les embouchures, parce que l'action de l'une des causes dont elles sont le produit n'est pas suspendue encore tout-à fait quand l'autre commence. De plus, les alternances de formation diverse, loin d'être l'expression générale des faits qui s'accomplissent en ce moment, ne sont qu'un phénomène local et ne doivent avoir lieu que sur des points généralement assez rapprochés des embouchures. Or, l'étude des êtres fossiles prouve que celles des terrains émergés de tous les âges ne se rencontrent aussi que sur des points qui furent autrefois des embouchures de fleuves. Il

existe donc encore, sous ces rapports, la plus parfaite analogie entre les phénomènes anciens et les phénomènes actuels. Les uns et les autres procèdent donc de causes identiques et dont le mode d'action n'a pas changé.

Nous venons de voir les variations que les matériaux de la cause aqueuse peuvent éprouver; mais si nous voulons embrasser, dans leur ensemble, tous les produits de cette cause et leurs différences, représentons-nous une vaste mer avec ses courants généraux, dans le sein de laquelle se rendent des torrents et des fleuves, après avoir traversé, les uns des lacs, les autres des terres désertes, d'autres des pays boisés et peuplés d'animaux. Tandis que les sources qui alimentent les lacs déposent dans leurs bassins les matières dont elles étaient chargées; que les fleuves abandonnent une partie de leurs matériaux le long de leurs rives, et transportent le reste à la mer, à des distances plus ou moins grandes de leurs embouchures, et que l'action violente, désordonnée, diluvienne, des torrents débordés, entraîne pêle-mêle ses produits et les entasse confusément dans le bassin marin, de son côté, la mer, par l'effet de ses remous, de ses propres courants, de ses marées, forme près de ses rivages, et dans ses parties les plus profondes, des dépôts composés de mollusques et de débris de polypiers; en même temps, la cause ignée, agissant de dessous l'épaisseur totale du sol de remblai qu'elle a disloqué, remplit de ses produits les cavités de ce sol, ou les fait monter en laves jusqu'aux bouches de ses cratères, d'où ils s'épanchent sous les eaux par coulées successives. Quelquefois les laves peuvent alterner avec les dépôts marins; mais plus souvent les vagues et les courants s'en emparent, et les vont déposer plus loin sous forme de véritables sédiments aqueux. Souvent aussi la cause ignée remanie des matériaux déposés longtemps auparavant par les eaux; elle arrache d'anciennes roches sedimenteuses, elle les fond dans ses vastes fournaises pour en faire la matière de ses laves, ou elle en rejette, par ses cratères, les fragments solides qui retombent autour de la montagne de laves où ils seront enveloppés et recouverts par des laves postérieures.

Nous avons là toutes les sortes de formations de roches : des roches argileuses, calcaires, charbonneuses, arénacées, sili-

ceuses; des formations *diluviennes*, effets des torrents et des grandes débacles, *lacustres*, *fluviatiles*, *fluvio-marines*, ou d'embouchure avec leurs alternances, *marines littorales* ou de rivage, *marines-pélagiennes* ou de pleine mer, *plutoniennes* ou ignées, *pluto-neptuniennes* dont les matériaux, fournis par la cause ignée, ont été remaniés par la cause aqueuse, et *neptuno-plutoniennes* dont les matériaux fournis par la cause aqueuse ont été remaniés par la cause ignée. Toutes ces causes sont encore en action; toutes ces combinaisons se rencontrent dans la nature actuelle, comme elles sont représentées par leurs effets dans les terrains anciens; tous ces effets s'accomplissent simultanément et ne supposent aucune irruption marine, aucun changement de température.

Ces dépôts, si différents par leurs qualités et leur origine, le seront encore par leurs fossiles. Tous n'en renfermeront pas, et les fossiles ne seront pas les mêmes dans tous. Le fleuve qui baigne des pays déserts ne déposera pas d'autres corps organisés que des mollusques, des animaux fluviatiles; celui qui traverse un lac entraînera les dépouilles des animaux qui l'habitent jusqu'à la mer, où elles se mêleront à celles des animaux marins dans les formations d'embouchure. D'autres fleuves, lavant un sol peuplé de plantes et d'animaux terrestres, en apporteront également les débris dans le bassin marin. La faune et la flore marine seront aussi représentées; mais les dépôts littoraux et d'embouchure ne recevront en général que les espèces qui vivent près des bords, tandis que les dépôts pélagiens seront composés des restes de celles qui fréquentent la pleine mer.

A ces causes déjà si complexes, à ces effets si nombreux et si divers s'en ajouteront d'autres, si les remous et les courants de cette mer entraînent les matériaux fluvio-marins jusque dans le voisinage des dépôts pélagiens, ou s'ils viennent apporter des matériaux pélagiens près des dépôts de rivage et d'embouchure. Car alors ces différentes couches, bien que de nature si diverse, pourront se confondre sur une partie ou sur la totalité de leur étendue; si les courants étaient périodiques, il en résulterait des alternances, des passages, de nouvelles variations dans les phénomènes.

Outre les circonstances d'origine, de qualité, de fossiles, de

bassins ont été mis à sec et sont devenus le siége des plantes et des animaux.

Importance des circonstances de leur gisement.— L'étude du gisement des fossiles n'est pas moins importante, et c'est pour l'avoir négligée que la géologie hypothétique a produit tant de systèmes contradictoires, et tiré de faits mal appréciés tant de conclusions fausses ou trop hâtives. Si sur des fossiles d'autres êtres ont vécu et laissé leurs empreintes ou leurs dépouilles, les premiers n'auront été enfouis que longtemps après leur mort, et rien ne prouvera qu'ils aient péri par suite de révolutions subites plutôt que de mort naturelle; c'est le cas où se trouvent des coquilles percées de vers marins, ou enduites de matières solides sécrétées par des polypes. Ou les fossiles sont encore entiers, et adhérent à la roche, et alors ils lui sont postérieurs, même comme êtres vivants; ou ils sont à l'état de débris, éloignés de leurs habitudes locales, et alors ils lui sont antérieurs, ils ont été déplacés, transportés par les eaux, et il faut chercher autre part que sur les points qu'ils occupent présentement les conditions de leur existence. On devra observer la manière dont ils sont placés au milieu des matières minérales qui les enveloppent : des mollusques groupés par familles, posés à plat, ou sur l'ouverture, etc., entiers, bien conservés, ensevelis dans des couches homogènes et stratiformes, ou bien ont vécu sur les lieux comme nous voyons les cardiums dans les sables et les marnes de nos rivages, quand l'eau est basse, comme nous voyons les bancs d'huître, etc., ou bien ils indiquent une action lente, uniforme, tranquille ; et s'ils sont fluviatiles, c'est un fleuve qui les a déposés avec les autres matériaux de la roche. Aucune circonstance n'est à dédaigner ; on doit tenir compte de l'association, dans la même couche, d'êtres qui n'ont pas pu vivre dans les mêmes lieux. Ainsi, dans certains dépôts, on voit que des animaux terrestres sont allés trouver les corps marins, et que des corps marins ont été remontés par les flots jusque dans le domaine des êtres fluviatiles ; ces sortes de mélanges caractérisent des dépôts d'embouchure.

Nous avons vu, dans l'article III, que les matériaux des dépôts anciens ont été charriés par les mêmes causes que ceux des dépôts actuels, par les eaux de la mer, des sources et des

fleuves, agissant comme elles agissent encore aujourd'hui : donc les fossiles renfermés dans ces dépôts ont été transportés par les mêmes causes sur les points où les matières minérales les ont enveloppés, et non saisis par une cause violente, extraordinaire, comme le seraient des irruptions de la mer sur le continent. Ce résultat important où nous a conduits l'étude des produits de la cause aqueuse, celle des fossiles le confirme pleinement.

Réfutation de la théorie de Cuvier par le gisement des fossiles. — En effet, si, se plaçant au même point de vue que G. Cuvier, on se met à étudier le gisement des fossiles, sous l'influence de cette idée, que les êtres dont ils sont les débris ont été détruits par des invasions de la mer, et ensuite recouverts par elle de sédiments, on s'attend à les trouver non pas dans des dépôts régulièrement stratifiés et homogènes, mais dans des couches marines très-mélangées, contournées, offrant tous les caractères de dépôts diluviens; on se les représente, non pas répartis à tous les niveaux de la couche, mais placés à une même zone et en contact, d'une part avec le sol où ils vécurent, et de l'autre avec les matières déposées par ces grandes lames marines; on cherche les effets de cette cause puissante et désordonnée, embrassant, dans son action, une immense étendue, dans des amas considérables de squelettes ou d'ossements appartenant à des animaux terrestres, marins et d'eau douce, confondus pêle-mêle avec des végétaux de toute espèce, de tout site et de toute région.

Il n'en est rien pourtant !

L'étude des terrains de Paris eux-mêmes ne permet pas d'accepter cette théorie. 1° L'existence de ce calcaire rempli de lymnées, mollusque d'eau douce, formant un banc au milieu du calcaire grossier marin à Sergy, Osny ; 2° le mélange, dans quelques parties du même banc, du sédiment marin avec miliolites et cérites, et du sédiment compacte avec lymnées sur le même échantillon ; 3° le même mélange à Triel ; 4° celui des coquilles marines et d'eau douce, avec des os de *palæotherium*, mammifère terrestre, à *Beauchamp* ; 5° l'existence de l'argile avec lignite, planorbes, paludines, lymnées, au milieu des bancs du calcaire grossier marin, à *Vaugirard* et à *Bagneux ;* 6° celle d'un lit très-mince de calcaire rempli exclusivement de lymnées et de planorbes, intercalé entre les divers bancs d'huîtres

au sommet de *Montmartre*, au-dessus du gypse, inférieurement aux sables marins supérieurs, etc., etc., prouvent qu'au même niveau il se formait, dans les mêmes lieux, des dépôts d'eau douce en même temps qu'il se déposait des sédiments marins.

En outre, l'existence d'une couche de marne de plus de trois pieds d'épaisseur, remplie uniquement d'empreintes de coquilles de mer, d'espèces nombreuses d'oursins, de crustacés, de débris de végétaux marins, etc., au-dessus de plusieurs bancs puissants (plus de 6 pieds) de pierre à plâtre; 2° l'alternance sur les mêmes points (Hutte-au-Garde, au pied de Montmartre) de gypse saccharoïde et cristallisé, et du calcaire marneux avec cérites, cardium et autres testacés marins, prouvent, avec la plupart des faits rapportés précédemment, que, dans un même moment, les circonstances étaient telles dans le bassin parisien, qu'il pouvait s'y former des dépôts zoologiquement marins, et des dépôts gypseux attribués aux eaux lacustres, et cela alternativement à de courts intervalles, sans qu'il y ait changement dans la nature minéralogique des sédiments....

Les faits de gisement et les analogies prouvent que les cadavres des mammifères, des oiseaux, des poissons, des reptiles, le test des mollusques terrestres et fluviatiles, les fragments de bois de palmiers, fossiles caractéristiques de la formation gypseuse, ont été apportés et déposés dans un vaste golfe à l'embouchure d'un grand fleuve, par un courant continental qu'alimentaient les hautes régions situées à l'est et au sud-est de Paris, et où vivaient les races nombreuses dont les restes sont devenus fossiles.

La série des dépôts marneux, argileux, calcaires et gypseux, offre tous les caractères de matières transportées périodiquement d'une manière intermittente quelquefois, et à des intervalles plus ou moins longs; la différence que présentent les espèces fossiles dans des lits très-minces et très-étendus superposés (tellines, huîtres, par exemple), annonce que celles-ci accumulées, réunies dans un point quelconque du bassin, ont pu être instantanément entraînées par une agitation insolite des eaux, et être répandues avec la substance du sédiment qui les enveloppe, de même que l'on voit tous les jours sur nos côtes une lame couvrir la plage d'une espèce de corps organisé, une autre lame recouvrir le lendemain ce premier dépôt d'une nappe de galets de dimension presque égale entre eux, nappe qui elle-même sera enfouie plus tard sous des sables fins ou sous de la vase, si quelque circonstance particulière fait changer la direction des courants producteurs et leur fournit des matériaux de nature différente.

« Comment se fait-il, dit M. Marcel de Serres (1), que des couches

(1) *Annales des sciences nat.*, août 1827.

d'une même formation, distantes seulement les unes des autres d'environ 400 toises (780 mètres), soient caractérisées par des fossiles différents ? On ne peut se rendre raison d'un pareil phénomène qu'en se rappelant ce qui se passe encore sur nos côtes. Lorsqu'on parcourt les plages à des époques différentes, on remarque que les coquilles, comme les zoophytes et les plantes marines rejetées sur le rivage par les mers, ne sont pas les mêmes aux diverses époques de l'année. Ainsi, à une certaine époque, les cérites, les cardiums, les mactres, dominent le long des côtes et s'y trouvent presque exclusivement, tandis qu'à une autre, ces genres y sont remplacés par les solens, les vénus, les donax, dont les espèces, non-seulement sont les plus abondantes, mais paraissent presque les seules que la mer ait rejetées. »

Les gisements des fossiles, la manière dont ils se succèdent, ne peuvent donc indiquer en aucune manière que les races des animaux qu'ils représentent se sont succédé dans l'ordre que l'on remarque dans la superposition relative de ces débris.

Le système des irruptions ainsi repoussé par la géologie elle-même, l'est encore par les géomètres et les astronomes qui démontrent, avec Laplace (1), la stabilité de l'équilibre des mers.

Il a d'ailleurs été combattu et révoqué en doute, d'après des observations contradictoires et des expériences par beaucoup de géologues observateurs : de Lamétherie, Beudant, Faujas, Brard, d'Aubuisson, Marcel de Serres, Breislack, Boué, Férussac, et M. de Humboldt lui-même....

Malgré ces oppositions, que l'on a taxées d'hypothèses, le système des irruptions a prévalu.

Néanmoins, si ce sont des irruptions de la mer qui ont détruit les animaux terrestres sur le sol habité, comment n'y trouve-t-on aucune trace de ce sol, des forêts, etc. ? Est-il concevable que les animaux seraient morts sur place et que tous les arbres eussent disparu ? pourquoi deux effets si différents d'une même cause ? Bien loin de trouver des traces de sol précédemment habité, les couches marines et les couches d'eau douce passent les unes aux autres d'une manière si imperceptible, elles oscillent entre elles de telle façon qu'on est obligé de reconnaître une suite de dépôts continus, qui se sont évidemment faits sans interruption dans le même bassin. Bien plus, il a été jusqu'ici impossible de constater en un point quelconque de la surface des diverses formations anciennes, soit de craie, soit de calcaire oolitique et même de granit, que ces surfaces avaient

(1) *Exposit. du syst. du monde*, ch. XII.

éprouvé les influences atmosphériques avant que d'avoir été recouvertes par des formations plus récentes.

« Dans le Soissonnais, les couches supérieures du calcaire grossier sont de beaucoup plus élevées que les derniers dépôts de plâtre. On sait qu'en effet, tandis que les dernières couches de gypse du bassin de Paris ne s'élèvent pas à plus de 100 mètres au-dessus du niveau de la mer actuelle, le calcaire grossier plus ancien atteint à Laon une hauteur de près de 300 mètres.

» Dans cette position relative, il faut admettre de deux choses l'une (toujours dans l'hypothèse que je cherche à combattre) : ou, 1° que les eaux douces du lac ne s'élevaient pas assez pour couvrir le calcaire de Laon et déposer sur lui des couches gypseuses, et alors c'est entre Montmartre et le Soissonnais qu'il faudrait trouver de ce côté la rive du lac ; ou bien, 2° que le lac avait 900 pieds de profondeur, et la surface de ses eaux surpassait de 600 le sommet des collines qui nous environnent ; élévation prodigieuse, mais absolument nécessaire, pour que tout l'espace entre Paris et la montagne de Laon ait été sous les eaux. Mais, dans cette dernière hypothèse, il faudrait remonter le rivage plus loin, fût-ce au pied des Ardennes, des Vosges, du Morvan, du Limousin, de la Bretagne, et la difficulté ne serait que reculée ; seulement il deviendrait plus difficile de concevoir le retour de la mer à des points aussi élevés. »

Enfin, pour appuyer le système de l'envahissement subit du sol habité par les irruptions itératives de la mer, on a cité 1° les tiges de végétaux terrestres dans les houillères (Saint-Étienne); 2° les roches percées par des pholades, et qui maintenant sont à une grande élévation au-dessus du niveau de l'Océan, ainsi que les fragments de calcaire à lymnées percés par les mêmes mollusques (valmandois); 3° l'accumulation et l'enfouissement d'ossements de mammifères dans de vastes cavernes ; 4° quelques faits locaux qui donnent l'exemple d'un sol véritablement végétal rempli de plantes et de coquilles terrestres, sous des assises assez régulières et alternantes de plus de 20 pieds d'épaisseur, de sables et d'argiles qui renferment quelques fossiles marins. Nous allons, toujours avec et d'après M. C. Prévost, étudier ces quatre points.

1° *Tiges verticales de végétaux terrestres dans les houillères.*

« Les terrains qui renferment des débris de végétaux terrestres conservés à l'état de houille ou de lignite, sont généralement composés de séries alternatives plusieurs fois répétées, de matière charbonneuse, de grès, d'argile et de calcaire, qui se présentent à l'observateur sous le même aspect dans des localités très-éloignées les unes

des autres, et qui ont évidemment les caractères des véritables sédiments formés par les eaux pendant une longue période, et dans des bassins tranquilles.

» Le nombre des couches de houille qui se trouvent au-dessus les unes des autres (et toujours séparées par des lits, semblables entre eux, de grès houiller ou d'argile schisteuse) est souvent très-considérable. A Anzin, on en compte plus de cinquante; à Liége, on en a reconnu soixante; la seule montagne de Dutweiller, près Saarbruck, en renferme trente-deux; à Newcastle, le puits de Killingworth, de deux cents dix mètres de profondeur, en traverse vingt-cinq; les couches de grès et d'argile dans les mêmes lieux sont bien plus considérables (1). »

La ressemblance de structure et de composition dans toutes ces couches si nombreuses, semble annoncer une sorte de constance dans la répétition des circonstances sous lesquelles les diverses assises ont été déposées; « elle éloigne au premier examen l'idée de catastrophes multipliées qui auraient alternativement changé le même point du globe en terre sèche propre à la végétation des plantes terrestres, et en fond de mer ou de lac. »

Cependant plusieurs mines de charbon de terre, entre autres celles de Saint-Etienne, ayant présenté quelques tiges affectant une position verticale opposée à celle des lits de nature différentes qu'elles traversent, on a cru devoir en conclure que ces tiges avaient été enfouies au milieu des sédiments apportés par une inondation à la place même où les plantes avaient pris naissance.

M. C. Prévost fait d'abord observer que la position verticale des tiges dans les terrains de charbon de terre et dans ceux de lignite est toujours exceptionnelle; que la plupart des débris végétaux caractéristiques des mêmes terrains sont couchés dans le sens des strates; qu'ils sont comprimés et étendus entre les feuillets; que les tiges verticales sont quelquefois entre deux couches de charbon de même nature; qu'elles traversent même plusieurs lits de composition différente, de manière qu'il faut absolument admettre qu'après comme avant l'irruption supposée des mers et l'enfouissement des arbres alors existant sur le sol terrestre, les circonstances se sont trouvées les mêmes. Dès-lors on est conduit à supposer un nombre incroyable d'inondations et de retraites successives des mers sans que les circonstances du sol inondé aient été changées, ce qui est inadmissible.

En outre, les tiges verticales devraient au moins montrer des traces de racines. Or, presque toutes au contraire sont comme tronquées et

(1) *Traité de Géognosie*, par J.-B. Aubuisson, t. I, p. 281.

rompues. Bien plus, le pied des tiges rameuses est à toute hauteur dans le banc, en sorte que les racines des unes seraient à la même hauteur que la cime des autres, et que dès-lors il faudrait admettre homogénéité entre le sable dans lequel ont végété ces tiges et celui qui est venu les enfouir, sans qu'on aperçoive toutefois aucune trace de sol végétal. On ne peut donc admettre les inondations itératives des mers pour expliquer la verticalité des tiges des terrains houillers.

Mais on peut très-bien expliquer ce phénomène par ce qui se passe encore aujourd'hui dans les mers d'Amérique, d'où le grand courant équatorial apporte les arbres entiers sur les côtes d'Islande et du Spitzberg. Plus de huit mille pieds cubes de matières végétales passent, dit-on, à l'une des embouchures du Mississipi, en quelques heures. Et dans tous ces transports on remarque des tiges, dans la position plus ou moins verticale, déterminée soit par le plus grand poids de l'une des extrémités de la tige, soit par son embarras dans les autres végétaux charriés avec elle. Enfin, M. C. Prévost arrive à la conclusion que :

1° *Les fossiles terrestres comme les fossiles d'eau douce et marine sont les vestiges des seuls corps organisés qui, par des circonstances locales, ont pu être recouverts dans le sein des eaux par des sédiments;*

2° *Que les fossiles terrestres ne peuvent donner qu'une idée approximative de l'ensemble des êtres et des plantes qui vivaient sur le trajet des eaux continentales courantes ou sur le rivage des mers, et qu'ils ne peuvent nous faire connaître comment étaient peuplés l'intérieur des continents, les plaines élevées et les hautes montagnes.*

2° *Rochers élevés et calcaire d'eau douce percés par des mollusques lithophages marins.*

« On a déjà recueilli un assez grand nombre d'observations relatives à des roches percées par des pholades, et qui se voient aujourd'hui, ou de beaucoup au-dessus du niveau de la mer, ou bien recouvertes par des dépôts marins plus récents. »

Or, M. C. Prévost, qui a lui-même observé ces faits avec soin, y voit une preuve du séjour de la mer dans certaines localités qu'elle a abandonnées ; et dans d'autres il n'y voit que des espèces de cailloux roulés apportés à leur place actuelle par des causes diverses ; mais nulle part il ne peut y trouver de preuves d'irruptions itératives des mers, puisque les effets mêmes observés ne se répètent pas.

3° *Cavernes à ossements, brèches osseuses, diluvium.*

« Je réunis ici ces trois ordres de faits géologiques, dit M. C. Pré-

vost (1), parce qu'ils me paraissent avoir beaucoup de rapports entre eux quant à la nature des causes dont ils sont les effets et à l'époque où ils ont eu lieu, et aussi pour faire observer que si quelques-uns pouvaient être apportés comme preuve qu'au moins une fois les terres habitées ont été universellement inondées et que les animaux terrestres ont été détruits sur le sol qu'ils habitaient, aucun de ces faits ne prouve un séjour prolongé des mers, une véritable irruption sur des continents précédemment mis à sec. Car, en y réfléchissant bien, on verra que nous pouvons tout au plus conjecturer, d'après les seuls documents que nous fournissent les cavernes à ossements, les brèches osseuses et ce que l'on appelle le diluvium, qu'à une époque à laquelle nous pouvons jusqu'à un certain point remonter, une violente catastrophe et passagère inondation semble avoir dévasté et englouti des pays alors habités, sans que nous puissions affirmer en même temps que ces pays étaient exactement les mêmes que ceux de l'époque actuelle; dont, au contraire, à mon avis, les parties basses au moins ne paraissent avoir été découvertes qu'à la suite de ce grand et dernier événement. »

« On sait que non-seulement le fond des vallées, mais nos plaines élevées et le sommet de nos collines jusqu'à une assez grande hauteur, sont couverts de terrains meubles, de marne tendre, de sable, de gravier, de cailloux roulés qui renferment, accompagnent ou recouvrent presque partout les ossements de grands animaux mammifères, dont plusieurs appartenaient à des races perdues; des fentes verticales de rochers anciens, depuis la pointe de Gibraltar jusqu'au fond de la Méditerranée, sont remplies d'un ciment terreux rougeâtre presque partout semblable, qui a agglutiné les débris osseux d'animaux ou inconnus ou analogues, à plusieurs de ceux qui habitent maintenant des contrées éloignées du point où on les trouve; enfin, le sol de l'Allemagne, de la France, de l'Angleterre et de beaucoup d'autres lieux qui ont été moins étudiés, est percé de spacieuses cavernes dont les anfractuosités irrégulières sont remplies des innombrables dépouilles de divers carnassiers, de pachydermes, de ruminants, etc.; et d'après quelques signes particuliers, on a cru pouvoir avancer positivement que, dans certaines de ces cavernes, les animaux carnassiers auraient vécu habituellement, et y auraient transporté les os des autres animaux. »

Il faut en premier lieu remarquer que les mêmes cavernes, d'abord inhabitables, ont pu devenir habitables plus tard, après l'accumulation du dépôt osseux qui a fait disparaître, en les remplissant, les an-

(1) *Documents pour l'histoire des terrains tertiaires.*

fractuosités du sol originaire, et après que le dernier abaissement des eaux a eu lieu.

En effet, la disposition de ces cavernes, qui sont souvent à des hauteurs différentes, où l'on ne peut pénétrer qu'à l'aide d'échelles, ou en pratiquant des escaliers, l'épaisseur considérable des dépôts ossifères sur certains points, le mélange des os de plusieurs espèces différentes et d'individus de tous les âges, les sédiments argileux, le sable, le gravier et les cailloux qui les accompagnent, qui les enveloppent et qui comblent entièrement et jusqu'au toit quelques-unes des galeries, ne permettent pas de douter que, dans le plus grand nombre des cas, les ossements n'aient été amenés et introduits par des eaux courantes qui auraient traversé les cavernes, soit continuellement, soit à des époques périodiques ou irrégulières lors de l'inondation des lieux élevés, par suite de débordement de fleuves, ou après la rupture des digues des lacs supérieurs. »

Les cavernes, encore traversées aujourd'hui par des courants d'eau ou des fleuves, et qui donnent lieu à ce que l'on appelle des pertes, comme celle du Rhône près du fort de l'Écluse, cavernes où se déposent tous les corps charriés par ces cours d'eau, expliquent suffisamment ce qui a dû se passer autrefois.

Enfin, un grand nombre de cavernes sont remplies d'ossements et de sédiments, non-seulement sur leur sol, mais dans leurs parois et quelquefois jusqu'au toit. On ne peut donc admettre qu'elles aient été habitées par des carnassiers, hyènes ou autres qui les auraient remplies.

Tout, au contraire, porte à conclure qu'elles ont été remplies par le charriage des eaux.

La même cause explique les brèches osseuses et tous les dépôts dits *diluviens*.

4° Exemples de terre végétale recouverte par des sédiments formant des bancs réguliers.

« De pareils exemples sembleraient prouver l'inondation d'un sol continental, et répondre au moins en partie aux objections que j'ai cherché à faire valoir contre le système des irruptions et retraites des eaux, s'il n'était pas possible de faire voir que des faits de ce genre peuvent avoir été produits par des causes purement locales et accidentelles qu'il ne faut pas confondre avec les phénomènes généraux qu'on ne peut éviter d'imaginer, pour concevoir que la mer a pu envahir et abandonner à plusieurs reprises les mêmes points de la surface du globe. Je me bornerai à rapporter deux observations au-

tour desquelles on pourra, par analogie, en grouper une foule d'autres à mesure que l'on aura l'occasion de les recueillir. »

M. C. Prévost cite ensuite un sol végétal sous des lits de poudings et d'argile à Marseille; ensuite le sable jaune de Montmorency, sous lequel se rencontre une couche de terre végétale. Puis il montre que ces deux faits sont dus à des causes particulières et locales.

On ne voit nulle part d'accumulations d'os, immédiatement sous des sédiments marins, entre ceux-ci et un sol différent que l'on pourrait regarder comme celui qu'ils auraient habité; c'est dans des sédiments homogènes et parfaitement stratifiés, des marnes, du gypse, des argiles, que l'on trouve beaucoup de mammifères terrestres avec des mollusques d'eau douce; au lieu d'être placés au même niveau, ils sont échelonnés à toute hauteur, et certaines espèces sont tellement propres à chaque couche, que c'est par elles, souvent, que l'on distingue les couches elles-mêmes : rien donc ne ressemble moins aux effets d'une cause subite, perturbatrice, désordonnée, que le gisement des fossiles dans les couches de la terre.

Il y a, sans doute, des gisements dont les circonstances indiquent une inondation violente, et une véritable formation diluvienne; mais ce phénomène, purement exceptionnel, n'a rien de commun avec les irruptions de la mer sur nos continents; et dans ces cas mêmes, l'observation des fossiles indique toujours que ce sont des eaux douces qui, en s'épanchant, se sont rapprochées de la mer, comme si des bassins-lacs, comblés par des dépôts fluviatiles, ou dont les digues sont rompues, se vidaient dans le bassin des mers.

Nous avons vu que les formations d'origine diverse se mêlent à leurs points de contact; qu'il n'y a pas seulement contiguïté, mais encore continuité de leurs tissus, et que leur ligne de séparation n'est jamais nette et tranchée; or, celle de leurs fossiles respectifs ne l'est pas davantage. Dans le même échantillon, pris sur les points où la limite est plus ou moins flottante, on voit un fragment de roche d'eau douce avec des fossiles de même origine, et un fragment de roche marine avec ses fossiles marins; quelquefois même le morceau de calcaire marin contient des fossiles d'eau douce, et le morceau de marne ou d'argile fluviatile, des fossiles marins. La cause qui a produit le

dépôt inférieur n'avait donc pas entièrement cessé d'agir, quand l'action qui a produit la couche supérieure a commencé. Ainsi, non-seulement les fossiles d'espèces terrestres ne sont pas recouverts par des sédiments marins, mais encore il n'a pas pu y en avoir, entre ces sédiments et le dépôt d'eau douce, de sol habité, sur lequel ces espèces auraient vécu avant le retour de l'irruption marine.

Lors même que les fossiles ne passeraient pas d'une formation dans une autre, et que les deux ne seraient que contiguës, d'autres considérations de gisement ne permettraient pas de croire qu'il y ait eu intermédiairement un sol habité.

« Si l'on était forcé d'admettre, avec l'auteur des *Recherches sur les ossements fossiles*, que les animaux ont vécu dans les lieux mêmes où l'on découvre leurs os, et que ces os, épars à la surface du sol, après la mort naturelle des animaux dont ils proviennent, ont été couverts de nouvelles couches par des inondations marines qui auraient, en même temps, tué et enfoui sur place les individus que les eaux auraient atteints vivants, ne semble-t-il pas incontestable, dit M. Constant Prévost, qu'on devrait retrouver, sous les dépôts de cette ancienne mer, les caractères d'un sol précédemment habité, reconnaître les anciennes savannes, les antiques bois de palmiers qui nourrissaient et abritaient les *palæotheriums*, les *anoplotheriums*, etc., de même qu'on devrait rencontrer à des étages plus hauts, avec les os des *mastodontes*, des rhinocéros, des éléphants, des cerfs, etc., quelques vestiges des forêts moins anciennes, qui auraient servi de retraites à ces grands mammifères ? »

« Comment, en effet, supposer que la même inondation qui aurait laissé leurs cadavres souvent entiers sur les lieux qu'ils fréquentaient quelque temps auparavant, aurait cependant arraché, détruit, annihilé toutes les plantes, ainsi que le terrain végétal qui alimentait celles-ci ? Comment, cette cause impuissante pour faire disparaître de petits animaux, comme des rongeurs, des oiseaux, dont on trouve les squelettes presque intacts dans le gypse, aurait-elle effacé de dessus les roches précédemment exposées à l'air, tous les caractères que la végétation et les animaux devaient avoir imprimés au sol supposé découvert ? Tels auraient été, cependant, les singuliers effets

de ces deux ou trois irruptions, admises pour expliquer la destruction de la race des *anoplotheriums* et des *palæotheriums* de nos plâtrières et de celle des éléphants et autres mammifères terrestres dont les couches superficielles de nos contrées renferment tant de débris. »

« Si, une quatrième fois, la mer venait couvrir le sommet de Montmartre, peut-on supposer, quelle que fût sa violence, que les traces des cours d'eau disparaîtraient ; que nos épaisses [illegible]bières seraient détruites ; que tous les arbres, toutes les [illegible]tes de nos forêts seraient déracinées, annihilées ; que, sans [ex]cepter des vallons abrités, des gorges profondes, la terre végétale serait partout délayée et entraînée, et que, dans le [mê]me moment où l'irruption marine effacerait de dessus la surface des couches de nos calcaires, de nos grès, les effets de leur [ex]position à l'air, elle laisserait gisants où ils auraient vécu [les] cadavres presque intacts des chevaux, des bœufs et des [ho]mmes qui n'auraient pu s'échapper ? Pourquoi la force qui [arra]cherait les plus grands arbres et les ferait disparaître, [lai]sserait-elle, sur le lieu qu'ils occupaient, les animaux [no]yés (1) ? »

« J'ai vu très-souvent, dit encore cet excellent observateur, [de]s lits qui renfermaient des coquilles marines reposer immédiatement sur des lits dont les fossiles d'eau douce ne paraissaient nullement avoir été altérées, ni dérangées, quoiqu'ils [fu]ssent très-délicats, et qu'ils n'adhérassent, en aucune manière, aux couches meubles qui les renfermaient (2). »

Voilà de nouvelles circonstances de gisement qui ne s'accordent pas mieux avec la supposition de Cuvier. Car, si ces terribles invasions de la mer avaient produit les couches marines [qu]i recouvrent immédiatement les couches d'eau douce meubles, n'auraient-elles pas auparavant emporté, brisé les coquilles libres et fragiles déposées à la surface de celles-ci ? Que [di]s-je ? n'auraient-elles pas constamment ravagé, balayé cette [su]rface meuble ; ou, dans le cas contraire, n'y aurait-il pas

(1) C. Prévost, mémoire lu à l'Institut et inséré parmi ceux de la Société d'hist. [na]t., t. IV, p. 249. — Augmenté et publié en une brochure, sous le titre de *[Do]cuments*, etc.
(2) *Id.*, *id.*

des points, soit dans les terrains tertiaires, soit dans les systèmes plus anciens, où il serait possible de constater bien clairement qu'ils ont éprouvé les influences atmosphériques avant d'avoir été recouverts par des formations plus récentes?

D'ailleurs, ce jeu de retraites et de retours de la mer avait été imaginé pour expliquer la destruction des espèces dites *perdues* par les géologues. Ses partisans avaient réduit à trois périodes principales l'existence des mammifères terrestres. La première, ou celle des *palæotheriums*, des *lophiodons*, des *chœropotames*, etc., comprenait l'étage moyen des terrains tertiaires, c'est-à-dire le gypse, les sables ou grès moyens et les bassins lacustres. La mer, étant venue submerger la terre, avait anéanti cette première production de quadrupèdes, à laquelle avaient succédé, après la retraite des eaux, les *mastodontes*, les éléphants, les rhinocéros, les hippopotames, les ruminants, les carnassiers, etc.; les animaux de cette seconde période, détruits, à leur tour, par une nouvelle invasion des mers, occupaient exclusivement l'étage tertiaire supérieur, formé des faluns de la Touraine, des cavernes et des brèches osseuses, d'une grande partie du *diluvium*, etc.; la troisième période comprenait l'homme, les quadrumanes, et tous les animaux vivants ou dont on retrouve des restes dans le *diluvium* à *globes erratiques*, et dans les couches postdiluviennes. On supposait donc que ces trois groupes d'êtres n'avaient paru sur la terre que successivement; qu'ils y avaient vécu inconnus les uns aux autres, puisqu'ils avaient été séparés par les irruptions de l'Océan, lesquelles seules pouvaient rendre compte de leur absence du monde actuel et des dépôts supérieurs à ceux où l'on retrouve leurs débris.

C'est donc sur le fait présumé de la disparition complète, à certains étages, de quelques genres, et leur remplacement par d'autres genres *nouveaux*, qu'est fondée la théorie des invasions et des retraites alternatives de l'Océan.

Mais des découvertes postérieures ont démontré l'inexactitude de ce fait : les chevaux et les quadrumanes, animaux de notre période, descendent jusqu'aux tertiaires moyens, à Sansan, près d'Auch, où ils sont associés aux rhinocéros, aux

mastodontes, aux carnassiers, etc., animaux de la seconde période, et aux *palæotheriums* de la première; et les *palæotheriums* et les *lophiodons* remontent jusqu'aux tertiaires supérieurs, dans les sables fluvio-marins de la Touraine, dans ceux de Montpellier et de Montabuzard, où ils se retrouvent encore en compagnie de tous les autres genres : des rhinocéros, des mastodontes, des chevaux, des ruminants, et même des reptiles, dont Cuvier avait cependant fait le premier et le plus ancien de ses quatre âges.

Tous ces genres d'animaux ont donc été contemporains.

Ils habitèrent une certaine partie de l'Europe à une même époque; ni les uns, ni les autres, n'ont été détruits par des inondations générales, dont il n'y a d'ailleurs aucune trace, et il n'y a pas eu de destruction totale simultanée.

Ces observations sont applicables à tous les terrains, sans exception.

En outre, lorsqu'un genre cesse de se montrer dans la série géologique, ses dernières espèces sont associées, *dans les mêmes couches*, à celle d'un autre genre, qui se poursuit dans les couches suivantes. Par exemple, les fossiles du n° 1 sont associés avec ceux du n° 2; ceux du n° 2 avec ceux du n° 3; ceux du n° 3 avec ceux du n° 4; et même, assez souvent, les fossiles du n° 1 se retrouvent avec ceux de tous les autres numéros; en sorte qu'à toutes les époques il y a eu, comme aujourd'hui, association de genres éteints à des genres encore vivants; et, même, il y a des genres qui ont traversé toute la série des terrains, qui ont vécu à toutes les époques, et qui vivent encore, ainsi que nous l'avons vu.

La manière d'être des fossiles, dans les couches du globe, établit donc bien nettement que les fossiles n'ont point été enfouis sur place; qu'ils n'ont point vécu dans les lieux où se trouvent en ce moment leurs débris, mais qu'ils y ont été transportés, après leur mort, par les courants marins et d'eau douce.

Si de ces observations générales et communes aux fossiles de toutes les roches qui constituent l'ensemble des dépôts aqueux, nous descendons à l'examen des circonstances particulières de leur gisement dans les roches de même nature, nous verrons

que toutes ne se sont pas trouvées dans des conditions semblables ; que les unes ont été déposées dans des eaux tranquilles et profondes et d'autres sur les bords de la mer ; que les unes sont dues à la mer, d'autres aux fleuves, d'autres au concours de ces deux causes ; nous verrons en même temps se confirmer le fait du transport des débris organiques par les eaux.

Origine marine des calcaires prouvée par les fossiles. — En général, les roches calcaires ont pour caractère commun d'être des débris d'animaux aquatiques, surtout de mollusques et de polypiers ; elles renferment aussi des oursins ou échinides, des encrines et des crustacés. Des bancs puissants, des formations entières, tels que la craie, le calcaire grossier, les calcaires à polypiers, à encrines, à portunes, le crag à corallines, etc., qui ne sont presque uniquement composés que des dépouilles de ces divers animaux. Quelquefois les coquilles d'huîtres et les polypiers adhèrent encore aux bancs solides sur lesquels vécurent les animaux ; d'ailleurs, les analogues vivants des espèces fossiles propres aux roches calcaires habitent le bassin des mers. Ce sont aussi ces roches calcaires qui ont montré des végétaux marins. Les espèces fossiles de la famille des *conferves* (Brong.), les algues ou *algucites* (Sterneb.), les *zostera* et *caulinia* de la famille des nayades, sont à peu près les seuls végétaux marins que l'on ait trouvés à l'état fossile, et c'est généralement dans les calcaires qu'ils se rencontrent. Il n'y a donc pas de doute sur l'origine des calcaires ; ils ont été généralement déposés par les eaux de la mer.

Transport des débris organiques de la roche calcaire. — Mais on voit que tous ces restes, à très-peu près, ont été transportés après la mort des plantes et des animaux ; ils sont à l'état de débris. Les coquilles bivalves ne conservent point leur position verticale, n'adhèrent point aux roches, ni à d'autres mollusques ; elles se trouvent posées à plat, ouvertes et vides ; les deux valves sont détachées, dépareillées, et rarement entières ; souvent même des serpules et des polypes ont vécu sur leur face interne. Les débris des autres classes portent des marques tout aussi évidentes de transport. Les coques des échinides sont remplies d'autres débris organiques ; elles sont ou aplaties, ou brisées, ou enduites de matières sécrétées par des polypes ; le

plus souvent, il ne reste des encrines que ces rondelles qui ont produit les taches blanches que l'on observe en si grand nombre dans le marbre de Belgique employé chez nous pour orner les cheminées. Tous ces débris ont donc été déplacés, roulés, transportés après la mort des animaux.

C'est encore par l'étude des caractères des fossiles, et des particularités de leur gisement, que l'on a été conduit à admettre des calcaires pélagiens ou formés en pleine mer, et des calcaires littoraux et d'embouchure. Nous trouvons autour de Paris les types de ces deux sortes de formation dans le calcaire grossier et la craie de Meudon (blanc de Paris).

Origine pélagienne de la craie blanche et transport de ses fossiles. — La finesse de la craie blanche, l'homogénéité et la puissance de sa masse, sa pureté exempte de mélange, le petit nombre de ses strates apparentes, etc., ne sont pas tout ce qui indique un dépôt formé dans des eaux tranquilles et profondes. Les analogues des animaux dont elle renferme les dépouilles, n'habitent que des fonds de mer. Elle ne paraît elle-même composée en très-grande partie que de pâte de polypiers enlevés en cet état par les courants, ou moulus par les vagues, après leur solidification, et d'une immense quantité de carapaces d'infusoires. On y trouve, il est vrai, quelques coquilles entières, des bélemnites, des coques d'échinides, et quelquefois même des bois à l'état siliceux; mais tous ces restes étaient doués d'une grande légèreté et pouvaient surnager. Ces bois percés de mollusques ont flotté longtemps avant de descendre au fond des eaux; ces coquilles étaient vides et rejetées; ces bélemnites se terminaient par un élargissement membraneux qui les maintenait à la surface de l'eau; ces oursins sont vides et dénués de leurs baguettes, et nous voyons tous les jours les eaux en transporter dans cet état à des distances très-considérables. La comparaison de la craie de Meudon avec celles des bords présumés du bassin où elle a été déposée, vient encore à l'appui de cette idée. Ainsi, dans la Champagne et sur bien d'autres points, tandis que la craie devient sableuse et se rapproche du calcaire grossier, ses fossiles deviennent littoraux, et ne sont plus presqu'exclusivement bivalves comme dans la craie blanche.

« Il est vrai que la craie est aussi caractérisée par des nodules siliceux, disposés en lits horizontaux, non continus, à sept ou huit pieds de distance les uns des autres, en affectant en général des formes digitées, et quelquefois au lieu de nodules, par des sortes de tables, plus ou moins continues, et d'une étendue considérable, mais qui ne forment jamais de véritables strates. Or, ces rognons de la craie ne sont pas, comme on l'a prétendu, des cailloux roulés ; ils se sont formés sur place et moulés sur des matériaux préexistants, et qui devaient être encore à l'état pâteux. Rien sous ce rapport ne les distingue des nodules qui se trouvent dans les marnes calcaires, dans les argiles, dans le gypse, dans les meulières. Le silex a souvent des arêtes ; il a formé des filons dans les fentes de la masse, et il ne les a pas remplis simultanément, car les filons indiquent, par la manière dont ils se coupent, des âges et des époques différentes. Quelquefois les petits lits parallèles des silex ont été courbés par des failles, sans qu'il y ait d'indices de brisures, et des parties rompues et désunies ont été ressoudées par la matière siliceuse.

Le silex était donc à l'état pâteux ; il s'est donc formé sur place par l'afflux de la silice vers des points d'attraction ; sa présence dans la craie n'est donc pas une objection véritable contre l'origine pélagienne de cette roche, et dès-lors cette origine est prouvée par les fossiles.

Origine littorale et fluvio-marine du calcaire grossier et transport des fossiles de cette roche.— Au-dessus de la craie, et reposant sur elle, une autre formation, celle du calcaire grossier, offre des caractères bien différents. Ici les matériaux marins ont été poussés et remontés violemment par les flots des fonds vers les rivages ; ce sont des amas de coquilles de toutes dimensions, brisées, broyées ou décomposées sur place et remplacées par des moules et des empreintes. Elles ont appartenu à des mollusques qui vivaient sur les bords de la mer. Du reste, ces dépôts grossièrement stratifiés ne se sont pourtant faits que lentement, lit par lit, et ne sont pas, par conséquent, l'effet d'une action brusque et désordonnée, mais soumise à une loi tout aussi bien que celle qui a produit les argiles et les grès. Les bancs de ce calcaire présentent assez souvent des lits minces,

nombreux et très-distincts, et les différences existent tout à la fois dans le grain et dans les fossiles. Tel lit ne renferme que des *tellines*, tel autre, que des cérites ; un autre, seulement des *nummulites ;* ou si le même genre reparaît, l'espèce n'est plus toujours la même. Ainsi nous voyons nos mers rejeter sur leurs côtes, tantôt une espèce, tantôt une autre, suivant les époques, les années et les lieux ; et sur la même côte, plusieurs anses diffèrent par les lits de coquilles que la mer y rejette; mais toujours ces coquilles sont mortes et vides. A quoi tient la différence de position de ces fossiles ? Evidemment aux mêmes causes qui agissent encore aujourd'hui, c'est-à-dire au changement de direction des courants marins, agissant tour à tour sur des points où vivent et meurent des espèces différentes ; à la différente exposition des côtes et de leurs anses sous le vent, etc. Par là, et une foule d'autres causes, s'explique cette succession de fossiles différents, et la minceur des strates où ils sont empâtés. Mais quoi qu'il en soit, toutes ces circonstances s'accordent à prouver que le calcaire grossier est un dépôt de rivage.

Mais il renferme aussi des végétaux terrestres, des coquilles fluviatiles, des dents de crocodile, etc.; et ces fossiles se retrouvent encore en plus grande quantité dans des marnes à lignites intercalées au calcaire grossier. Il y a donc deux causes qui ont mêlé leurs effets, l'eau douce et l'eau marine ; ce calcaire littoral est donc en même temps un dépôt d'embouchure.

Nous avons dit que les calcaires étaient marins, c'est la règle; elle a ses exceptions qui la confirment. Il existe des calcaires d'eau douce, caractérisés par des *planorbes*, des *paludines*, des *lymnées*, des graines et des tiges de *chara*, etc., genres propres aux eaux fluviatiles ou lacustres. Tous ces fossiles s'observent dans des marnes calcaires des terrains parisiens, les graines de chara se voient dans la même couche à Passy et au-dessus de Bicêtre.

Les fossiles des argiles, des arénacées et des marnes prouvent que ces roches ont été déposées par des eaux douces. — Les autres roches ont également leurs fossiles qui les caractérisent et nous font connaître leur origine. Aux argiles et aux marnes, aux dépôts gypseux et arénacés appartiennent presque exclu-

sivement, non-seulement les végétaux et les mammifères terrestres, les insectes, les oiseaux, en un mot, tous les corps organisés venant des terres, mais encore les animaux fluviatiles, et tous ces grands reptiles d'embouchure, dont les genres ne sont plus connus vivants pour la plupart, les *ichthyosaures*, les crocodiles, les *plesiosaures*, les ptérodactyles, etc.

Les dépôts argileux renferment des plantes terrestres, des animaux d'eau douce et d'embouchure. Les fossiles y sont groupés par familles, ou, du moins, les familles sont peu mélangées ; chaque couche presque renferme ses fossiles.

Les coquilles sont très-légères, ordinairement posées à plat et bien conservées. Les squelettes de reptiles sont encore entiers. On voit que ces restes suivaient le fil de l'eau, et qu'ils ont été déposés avec lenteur. Il y a beaucoup d'homogénéité dans la matière de la roche, l'action dont elle est l'effet est venue d'en haut ; c'est un fleuve, c'est une formation fluviatile ou fluvio-marine ; l'avancement dans la mer est indifférent. S'il y a mélange des fossiles d'eau douce et des fossiles marins, il est toujours facile de les distinguer : ceux d'eau douce sont généralement mieux conservés, parce que la mer remonte ses matériaux et les brise, tandis que ceux des fleuves viennent, en flottant et en descendant, se déposer par leur propre poids.

En général, les fossiles des roches arénacées nous obligent à les attribuer à la même cause que les argiles, et d'y voir aussi des produits du lavage des terres par les eaux continentales. C'est dans les sables ou grès, comme dans les schistes argileux, que l'on retrouve tant d'empreintes et de tiges de végétaux terrestres.

Nous ne nous arrêterons pas davantage aux fossiles caractéristiques des formations d'eau douce et à leur manière d'être en général dans les différentes roches. Mais il existe quatre gisements célèbres appartenant entièrement, ou plus, ou moins, à ces mêmes roches, sur lesquels nous croyons devoir revenir en détail, parce que l'on s'en est servi particulièrement pour établir la thèse des révolutions du globe ; nous voulons parler des dépôts piscifères, des éléphants de la Sibérie, des végétaux des houillères, et des cavernes à ossements. On verra que ces grands gisements, qui répondent des autres, mieux

interrogés par la géologie observatrice, parlent aujourd'hui bien autrement, et que leur témoignage suffit pour mettre hors de doute, non-seulement l'origine de leurs matériaux inorganiques, mais encore le transport de leurs fossiles, après la mort naturelle des êtres, par des courants tout-à-fait analogues à ceux de nos fleuves et de nos mers actuelles.

LEÇON XIII.

I. CAVERNES A OSSEMENTS.

On a trouvé des cavernes à ossements dans tous les pays d'Europe, en Italie, en Autriche, en France, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, en Hongrie, en Sibérie, etc., sur différents points de l'Amérique, comme au Brésil et aux États-Unis, et jusque dans la Nouvelle-Hollande. Les unes paraissent avoir été produites par des dislocations du sol, et les autres par des cours d'eau souterrains analogues aux tournants d'eau de nos mers et de nos fleuves.

Les cavités par où certains fleuves, tels que le Rhône près du Fort-L'Écluse, et la Charente près d'Angoulême, perdent une partie de leurs eaux, ne paraissent pas être autre chose que la reproduction, dans la nature actuelle, des phénomènes des cavernes à ossements. Il existe en Carniole, en Angleterre, et sur presque tous les points du globe, des cours d'eau qui vont s'engouffrer dans des cavités profondes, semblables par leurs formes aux cavernes à ossements : elles sont particulièrement nombreuses dans la Grèce. Dans la même vallée où s'ouvre la célèbre caverne de Kirkdale, en Angleterre, la petite rivière de Hodge-Bridge se perd encore aujourd'hui dans une cavité analogue. Souvent même les cavernes sont encore parcourues par des ruisseaux ou de simples filets d'eau. Le poli de leurs parois atteste également le long séjour que les eaux y firent autrefois.

Elles affectent des formes aussi bizarres que variées. Souvent les chambres dont elles se composent, séparées par des cloisons ou par des fonds, sont placées à des niveaux fort différents, et ne communiquent entre elles que par des passages extrêmement étroits et limoneux, et quelquefois tellement inclinés que l'on ne peut passer de l'une à l'autre qu'en pratiquant des escaliers et en se servant d'échelles. Le limon, les graviers, et les cailloux roulés qui les ont remplies totalement ou en partie, sont toujours stratifiés et disposés sur des plans plus ou moins horizontaux. Il y a quelquefois du limon et des fossiles même au bout des cloisons de la caverne. Les ossements existent à toute hauteur dans l'épaisseur des lits sédimenteux qui les enveloppent et qui remplissent parfois les cavités jusqu'à leur voûte. Dans un grand nombre, l'ouverture à la surface du sol est remplie des mêmes matières, et à quelque distance sur le sol se voient des amas de graviers et de cailloux roulés. Les ossements y sont quelquefois arrondis ; ils appartiennent à tous les genres, et les plus grandes espèces sont associées aux plus petites ; les *mammouths*, les rhinocéros, les hippopotames, les hyènes, les ours, les cerfs, les chevaux, les bœufs, les loups et les renards, aux hérissons, aux lapins, aux taupes, aux rats, aux chauves-souris, aux oiseaux et aux insectes. Mais les carnassiers l'emportent par le nombre, et parmi ceux-ci, c'est l'hyène et notre ours d'Europe qui dominent. L'hyène est si abondante dans les cavernes d'Angleterre que l'on a prétendu, avec exagération, qu'il y avait jusqu'à 1500 individus dans la même. L'ours y est aussi nombreux et encore plus répandu. Il existe en immense quantité dans les cavernes de toutes les parties de l'Europe. On a déterré sur un seul point 800 mêmes dents de cette seule espèce, représentant, par conséquent, un égal nombre d'individus. Ces os sont presque toujours séparés, amoncelés pêle-mêle, brisés, fracturés, contenant cependant une aussi grande quantité de gélatine que les os récents, enfouis à des profondeurs variables dans le limon ossifère, mêlés quelquefois à des os d'autres mammifères d'espèces indigènes, et plus rarement encore à des espèces exotiques, et enfin, dans plusieurs cavernes du midi de la France et de la Belgique, accompagnés d'os de l'espèce humaine ou de quelques produits de ses arts.

Avec les restes de ces genres on trouve aussi bien souvent des coquilles terrestres et fluviatiles, mais jamais de coquilles marines, si ce n'est dans les cavernes les plus rapprochées de la mer.

Les ossements n'ont point été entraînés dans les cavernes par des animaux vivants. — Tel est dans sa généralité le phénomène des cavernes à ossements, dont il s'agit maintenant d'expliquer la production. Dire que ces restes ont été entraînés et amoncelés par des animaux carnassiers à qui les cavernes servaient de repaires et qui ont fini par y laisser, en mourant, leurs propres ossements, c'est une opinion qu'on ne saurait partager sans se mettre en opposition avec tous les faits.

Avant l'introduction du limon et des graviers dans les cavernes, les animaux n'auraient pas pu les occuper à cause de leurs formes et de leurs escarpements; ils n'auraient pu y entraîner les grands débris de pachydermes qu'on y observe en si grande quantité, et moins encore des squelettes entiers de mammouths, tels que ceux que l'on a déterrés au nombre de trois dans une seule caverne de l'île de Padresse.

La présence des débris de petites espèces n'est pas moins embarrassante : comment supposer que de grands carnassiers, comme des loups, des hyènes, des tigres, etc., aient épargné et si souvent laissé intacts les os des campagnoles, des hérissons, des musaraignes, des taupes, des oiseaux...

Nous pourrions aussi remarquer que ce n'est pas entre le sol des cavernes et les matières sédimenteuses que sont placés tous ces restes d'êtres organisés, mais dans l'épaisseur même des dépôts stratifiés et à toute hauteur; et qu'il en existe même au sommet des cloisons où les animaux vivants n'auraient jamais pu arriver. Cependant nous n'insistons pas sur cette dernière difficulté, parce que l'on pourrait y échapper en supposant que les ossements ont été remaniés par les eaux, et qu'elles les ont disposés par strates avec les sédiments qu'elles charriaient dans les cavernes.

Mais il existe un autre phénomène, commun à presque toutes les cavernes et que nous ne devons pas négliger; c'est l'albâtre de chaux carbonatée, déposé en *stalactites* à leur plafond, et en *stalagmites* sur leur plancher actuel, par des eaux infiltrantes

chargées de molécules calcaires. Ces concrétions supposent bien qu'à l'époque où elles ont été produites, les cavernes étaient sans eau, au moins dans l'étendue qui en est recouverte, car les eaux qui auraient rempli ou seulement lavé les cavernes, auraient entraîné les stalagmites et empêché leur dépôt de se former. Mais la position superficielle des dépôts stalagmitiques suppose aussi que les cavernes étaient auparavant et n'ont point cessé jusqu'à cette époque d'être occupées par les eaux, et que, par conséquent, elles n'ont point servi de repaires aux animaux avant leur remplissage. Car, si cela eût été, les ossements et le limon reposeraient quelquefois sur un premier lit de stalagmites; les concrétions s'observeraient sur le plancher primitif des cavernes aussi bien que sur leur plancher actuel, au-dessous comme au-dessus du dépôt fossilifère, ce qui n'a jamais lieu : les stalagmites ne forment jamais, dans les cavernes, que des massifs superficiels; si elles ont pénétré quelquefois dans la partie supérieure du limon, c'est au moyen des fissures produites par le retrait.

D'autres géologues ont pensé que les animaux avaient été entraînés dans les cavernes par des eaux diluviennes; mais l'homogénéité des sédiments, leur disposition stratiforme et plus ou moins horizontale, repoussent cette interprétation. Nous ne voyons pas là des dépôts offrant les caractères de formations diluviennes; ensuite, on conçoit difficilement comment une action de peu de durée aurait pu réunir, sur un si petit espace, une aussi grande quantité d'ossements, appartenant à des espèces qui vivent solitaires, en familles séparées, se donnant la chasse, et qui ont besoin de se disperser et de s'étendre pour trouver une proie suffisante, comme l'ours, le lion, le tigre, le loup, le renard, l'hyène même, etc.

Ou par des irruptions de la mer sur des continents. — On ne serait pas mieux fondé à rapporter le remplissage des cavernes à des inondations marines, car elles ne présentent pas de fossiles marins, si ce n'est sur les points où elles sont très-rapprochées des mers, et là même ils sont encore assez rares. Nous arrivons donc par voie d'élimination à la cause fluviatile,

et le résultat que nous venons d'obtenir par cette méthode, les circonstances du gisement le confirment pleinement.

Mais charriées en même temps que les autres matériaux par des eaux continentales. — La stratification des lits indique une action uniforme, tranquille et quotidienne, telle qu'est celle des fleuves.

Les fossiles uniquement fluviatiles et terrestres nous ramènent à la même cause.

Leur immense quantité fait supposer que l'action qui les a rassemblés et apportés un à un dans les cavernes, s'est prolongée pendant plusieurs siècles; qu'elle était en contact avec des étendues considérables de terres découvertes et qu'elle avait une direction déterminée et constante pour rencontrer juste l'ouverture des excavations : à ces caractères, on reconnaît l'action fluviatile.

Les habitudes des animaux qui dominent dans les dépôts limoneux, montrent encore le phénomène des cavernes lié par un autre endroit à la cause qu'on lui assigne. Ils devaient fréquenter les bords des fleuves soit pour y trouver une végétation abondante et continuelle, comme l'éléphant, l'hippopotame, le rhinocéros, etc.; soit pour s'y désaltérer, comme les cerfs; soit pour y guetter des proies mortes, comme l'hyène; soit pour y chercher des proies vivantes, comme les loups, les renards, les ours, etc. Ils étaient donc plus exposés que les autres à être pris par les eaux, après leur mort, et à être entraînés dans les cavernes.

Mais, de plus, il y a des cavernes où l'on n'a point encore trouvé de carnassiers qui y auraient apporté les autres ossements.

Dans la caverne d'Argou (département des Pyrénées-Orientales), la roche qui forme la caverne est un calcaire alpin; on n'y a point recueilli d'ossements de carnassiers, et cependant les os qu'on y a trouvés étaient sillonnés comme le sont les os *prétendus rongés* des grottes de Lunel-Vieil et des autres cavernes où l'on trouve des carnassiers; on a reconnu dans la caverne d'Argou des rhinocéros, des bœufs, des chevaux, des moutons et des cerfs; tous animaux qui n'ont pas coutume d'habiter des cavernes : aussi les partisans de l'habitation des cavernes, mal-

gré le sillonnement de ces os, accordent-ils que ceux-ci ont été entraînés par les eaux.

Les partisans de l'habitation, voyant les os d'hyènes sillonnés et, comme ils disent, rongés aussi bien que ceux des herbivores, ont poussé la conséquence jusqu'à admettre que les hyènes s'étaient dévorées entre elles !

Dans l'Australie, on a déterminé 14 espèces d'animaux dans les ossements provenant d'une fissure de la vallée de Wellington (Nouvelle-Galles du Sud) ; plusieurs de ces espèces étaient inconnues; mais toutes, à l'exception d'une seule, appartenaient aux didelphes marsupiaux ou kanguroos, qui sont très-répandus dans ce pays (et qui n'habitent pas les cavernes). Cette espèce inconnue et étrangère aux didelphes, a été attribuée au genre éléphant, fait assez curieux dans ce pays s'il était confirmé. Un autre amas d'ossements de la même vallée contenait une autre espèce de kanguroo, dont la grosseur surpassait d'un tiers les individus actuellement vivants.

La différence de position des cavernes, la comparaison des fossiles de l'une avec les fossiles de l'autre, et de cet ensemble de débris avec les êtres vivants, prouvent que tous les dépôts n'appartiennent pas aux mêmes circonstances, et qu'il y a là des accidents locaux fort différents. Or, la cause fluviatile fournit encore la solution de ce nouveau problème.

Enfin, l'analogie de ces excavations avec les tournants de nos rivières et de nos fleuves nous les doit faire considérer comme ayant la même origine ; c'est donc aux eaux des fleuves qu'il faut attribuer aussi les dépôts des cavernes et le transport de leurs fossiles; car la position des stalagmites à la surface supérieure du limon ossifère prouve que les cavernes ont continué, sans interruption, et jusqu'à la fin des dépôts, à être occupées par les eaux qui les ont produits.

Ainsi, l'étude des cavernes à ossements prouve que les fossiles y ont été transportés, et que les dépôts arénacés et argileux sont des matériaux dérivés des terres découvertes et charriées par les fleuves.

II. — *Éléphants de la Sibérie.*

Parmi ces nombreux cadavres d'éléphants, il s'en trouve que le froid a conservés sous les glaces ou dans des lits de gravier, le long des bords de la mer, et qui sont encore plus ou moins recouverts de leur cuir et de leur poil. Pallas pensa qu'ils avaient été apportés par de grandes lames ou cataclysmes; Buffon se servit de ce fait pour établir sa thèse du refroidissement successif et général de la terre; Cuvier voulut y voir la preuve d'un refroidissement subit et local produit par une de ses irruptions marines. Beaucoup de géologues ont attribué au déluge la destruction de tous ces grands mammifères.

Mais toutes ces interprétations ont été abandonnées; le gisement indique très-clairement que les éléphants de Sibérie ont été apportés et déposés par les fleuves.

Remarquons d'abord que la Sibérie n'est pas, comme on pourrait le croire, le seul pays où l'on ait trouvé des éléphants d'espèces perdues. Il y en a partout: en France, en Angleterre, en Italie, en Espagne, aux États-Unis, au Pérou, etc.; et partout on les voit dans des roches sableuses ou marneuses, que les autres fossiles doivent faire considérer comme des dépôts fluviatiles ou d'embouchure. Telle est la loi, et le gisement de la Sibérie ne fait pas exception.

Il est vrai que les ossements du mammouth, ou éléphant de la grande taille, abondent en Sibérie et sur certains autres points de l'Empire russe, au point que les habitants de ces pays trafiquent de son ivoire fossile. Mais ils n'existent pas seulement sur les bords de la mer; on commence à les voir dès la sortie des grands fleuves de l'Oby, de la Léna, etc., c'est-à-dire à plus de 100 lieues de la mer, et ils semblent augmenter à mesure que l'on approche des embouchures. Ils se montrent, à différents étages, dans les lits de sable stratifiés et régulièrement superposés; les sédiments qui les enveloppent ont donc été charriés et abandonnés par une cause lente, tranquille, successive, analogue à la cause fluviatile; les animaux n'ont donc pas pu vivre sur les points que leurs cadavres

occupent, ni même sur d'autres points quelconques des plaines de la Sibérie, puisque l'étude du sol prouve que ce pays était alors sous les eaux. Il y a quelquefois jusqu'à huit couches sableuses superposées qui en renferment des squelettes entiers ; leur disparition n'a donc pas été brusque ; ils n'ont pas tous été frappés de mort tout d'un coup et en même temps, par un refroidissement subit et local du climat, ou par toute autre cause subite ; mais ils sont morts à des époques très-différentes. D'ailleurs, ces mêmes éléphants et ces mêmes rhinocéros des sables de Sibérie se retrouvent encore dans les cavernes à ossements du même pays, et notamment dans une du gouvernement de Tomsk, où ils sont accompagnés de dents de dromadaires, d'ossements de lamas, espèces aussi des pays chauds, et dont la dernière habite presqu'exclusivement les montagnes. Avec ces animaux, il y en a d'autres qui peuvent vivre à des latitudes différentes : ce sont le cheval, l'aurosch, l'hyène, l'ours, le loup, le bœuf, les cerfs, etc. ; il faudrait donc admettre que la température de la Sibérie a changé à plusieurs époques, ou rapporter à la même le remplissage des cavernes et le dépôt des sables. Les sables sont stratifiés ou formés de lits qui sont venus se recouvrir successivement ; les animaux ont donc été apportés un à un par la cause lente et successive qui les a souvent déposés jusque dans la mer. Il est vrai que, sans parler, en ce moment, de ceux qui ne sont pas recouverts autrement que par les glaces, les éléphants conservés n'ont été rencontrés jusqu'ici que sous les graviers des bords de la mer ; mais nous avons vu, en remontant plus haut, ces mêmes éléphants, en squelettes entiers, dans des lits stratifiés sur le trajet des courants actuels ; c'est donc par ces mêmes courants que le transport s'est opéré. Les eaux qui ont voituré les mammouths des Russes ont dû agir du Sud au Nord ; car leurs débris paraissent d'autant mieux conservés, plus complets et plus nombreux qu'on s'approche davantage de l'embouchure des rivières ; n'est-ce pas ce qui devait arriver à des cadavres d'animaux charriés, dans cette direction, par des cours d'eau tels que les larges et paisibles fleuves de la Russie? M. Eugène Robert a examiné les ossements des mammouths que possède l'Académie des sciences de Saint-

Pétersbourg, et il a reconnu que les deux plus belles têtes que renferme cet établissement contenaient encore beaucoup de limon gris blanchâtre, onctueux au toucher, tachant, analogue, en un mot, à celui que déposent encore les grands fleuves de la Russie.

Où donc a vécu cette nombreuse et puissante espèce de pachydermes, puisqu'il n'est pas permis de supposer que le pays où elle a disséminé ses restes ait été sa patrie? On peut croire qu'elle habitait sur les plateaux et dans les vallées des montagnes qui ceignent la Sibérie, et vers les bords de la mer Caspienne, dont la température correspond à celle des parties centrales de la France. Elle pouvait fréquenter les bassins des affluents des grands fleuves russes, qui prennent leur source sous un climat peu différent de celui que les éléphants vivants habitent ordinairement. D'ailleurs, il ne paraît pas nécessaire de leur chercher un climat aussi chaud que celui de l'Afrique et de l'Asie centrale, habité par leurs congénères. M. Rappel de Francfort s'est assuré qu'en Abyssinie, nos éléphants sauvages actuels eux-mêmes n'hésitent pas à traverser des plateaux élevés de 8,600 pieds au-dessus du niveau de la mer; or, à une pareille hauteur, et par une latitude de 10 degrés, ces animaux rencontrent des circonstances météorologiques semblables à celles qui se trouvent dans les régions basses des latitudes plus élevées; ce qui peut faire comprendre comment des espèces qui nous paraissent ne pas sortir des contrées tropicales, ont pu parvenir en des pays qui en sont très-éloignés, et d'une température bien inférieure.

L'éléphant est aquatique; comme tous les animaux à cuir épais, il ne s'éloigne pas beaucoup des vallées; il suit les cours d'eau qui entretiennent les herbes abondantes dont il a besoin pour se nourrir, et qui détrempent le sol où sans cesse il humecte son cuir, pour conserver la souplesse de ses mouvements. Les éléphants vont par troupes; lourds et de grande dimension, ils ne peuvent pas facilement fuir le danger et se soustraire à la recherche des autres animaux qui leur font la guerre, ni à celle de l'homme. Ils remontent les cours d'eau devant leurs ennemis; mais alors les circonstances climatériques ne leur étant plus favorables, manquant de nourriture, ils doivent périr successive-

ment, peu à peu. Il est au moins incontestable que tous ces anciens bassins fluviatiles, tous ces lacs, tous ces terrains marécageux dont nous fouillons aujourd'hui les dépôts ont dû, en se desséchant, entraîner la mort d'une foule d'animaux de ce genre. Ces observations s'étendent à tous les grands pachydermes, puisque leurs habitudes sont les mêmes. Ils meurent où ils ont vécu, dans le voisinage des courants; ils sont donc plus exposés à être entraînés par les eaux. Aussi les voyons-nous représentés à l'état fossile par un nombre beaucoup plus considérable d'espèces et d'individus que les autres familles. Les éléphants morts peuvent flotter pendant un mois à la surface des eaux ou entre deux eaux et se trouver, après quelques jours, à quatre ou cinq cents lieues de leur point de départ. Ceux dont les cadavres avaient résisté à la décomposition, en vertu de leur peau épaisse, soulevés par les eaux, à l'époque des crues, et gonflés par les gaz qui facilitaient leur charriage, seront descendus jusque dans les deltas glacés des fleuves de la Russie où nous les observons aujourd'hui. Ainsi s'expliquent, d'une part, la plus grande abondance de ces ossements dans les attérissements fluviatiles que partout ailleurs, et, d'une autre part, la distribution de tous ces débris osseux plus ou moins entiers sur les bords des fleuves de la Russie, comme on l'observe sur les berges, à l'égard de tous les animaux qui périssent dans nos rivières.

Quant aux cadavres d'éléphants ou de rhinocéros conservés par le froid sous les glaces et les graviers, c'est là un fait simplement accidentel comme celui de la fonte de ces glaces et du dégel de ces sables qui a permis qu'on les découvrît ; et ce fait n'a rien de bien étonnant lorsqu'on sait que dans les parages où on les rencontre, la terre reste constamment gelée à des profondeurs considérables, et qu'elle ne dégèle jamais qu'accidentellement à celle de vingt-cinq pieds.

C'est un mammouth découvert sous les glaces que Cuvier a donné comme une preuve que la dernière révolution qui aurait détruit les éléphants de Russie, a été subite et a rendu glaciales les contrées qu'ils habitaient. Il n'est point démontré que cet individu en particulier n'ait pas vécu en Sibérie depuis l'émersion de ce pays. Il appartenait à une variété particulière couverte

de deux sortes de poils, et très-capable de supporter le froid du nord, d'après M. Cuvier lui-même (1). Les bœufs et autres ruminants sont assez nombreux en Sibérie ; cet éléphant a pu y trouver, comme eux, sa subsistance. La mort de cet individu et de quelques autres encore eût-elle été subite et simultanée, il ne serait pas nécessaire pour l'expliquer de recourir à des causes extraordinaires qui n'existeraient plus dans la nature. Indépendamment du rapport direct des frontières de la Russie avec toute l'Asie, où vivent encore les congénères des mammouths, il est à remarquer qu'il fait presqu'aussi chaud en été en Sibérie qu'il y fait froid en hiver. Aux six mois d'obscurité succèdent six autres mois de pleine lumière ; la végétation est aussi belle au nord de la Russie, du moins dans le gouvernement d'Arkangel, qu'elle est misérable au sud de l'empire. M. Eugène Robert a observé que, pendant six semaines en 1839, le thermomètre centigrade s'est élevé à Arkangel même, de 28° à 30° dans l'ombre, et de 35° à 40° en plein soleil. La température de l'eau de la mer Glaciale, à la surface et près des côtes, était, comme celle de la Dwina, de 21° à 22° centigrades. On conçoit donc qu'à une époque, plus ou moins éloignée, des éléphants aient pu sortir des contrées brûlantes de leur patrie, traverser des steppes incultes où ils ne trouvaient pas une nourriture suffisante, et s'égarer vers le nord d'un empire où le froid habituel les aurait fait subitement périr tous à la fois en y arrivant, si, ce qui n'est pas démontré, il fallait accepter leur mort subite. De nos jours les carnassiers de l'Inde pénètrent parfois dans les mêmes contrées. Il existe au musée de Saint-Pétersbourg un tigre qui s'est fait tuer au cœur même de la Sibérie.

Il est donc bien établi que les éléphants et les rhinocéros des couches régulières et stratifiées de la Sibérie, ne sont pas morts tous à la fois, mais successivement ; qu'ils n'ont point vécu dans les lieux où nous découvrons leurs squelettes ; qu'ils n'ont point été atteints vivants par des courants diluviens ou des irruptions de la mer sur les terres découvertes ; mais qu'ils ont été transportés après leur mort, et déposés par les mêmes

(1) Cuvier, *Dict. d'hist. nat.*, art. *Mammouth*, t. XXVIII, 1833.

eaux continentales que les arénacées qui les ont ensevelis; que les causes naturelles et actuelles expliquent tout aussi bien la conservation des squelettes gelés.

Si nous passons à l'examen du gisement des végétaux dans les houillères, nous y constaterons encore l'origine continentale des sédiments sableux et charbonneux, et le transport des fossiles et des végétaux par les eaux.

III. — *Végétaux des houillères.*

On distingue trois principales sortes de roches charbonneuses, le lignite, l'anthracite et la houille. La houille provient de matières végétales qui ont subi une longue altération; elle brûle avec flamme et fumée et donne une odeur bitumineuse. Cette roche a donné son nom au terrain houiller qui la contient en plus grande abondance. Le terrain houiller s'observe sur une foule de points; ses caractères sont assez tranchés et assez constants pour qu'on ne puisse les méconnaître. Aussi forme-t-il un bon horizon géologique, servant de point de départ pour déterminer plus sûrement les groupes qui lui sont inférieurs ou supérieurs.

Le charbon appelé anthracite ressemble à la houille; mais il est plus éclatant et brûle sans flamme ni fumée. Il appartient en général à des terrains plus anciens que la houille. Ce sont les groupes moyens du terrain primaire ou de transition qui en contiennent une plus grande quantité. Les espèces végétales de l'anthracite ne diffèrent pas de celles de la houille.

Les lignites sont aussi des matières végétales très-altérées, mais dans lesquelles on reconnaît souvent les fibres ou les couches du bois; il y en a cependant où l'on ne trouve plus aucune trace d'organisation. Quelques lignites sont exploités comme charbon de terre; ils brûlent avec flamme et fumée, et donnent de l'acide acétique à la distillation. On rencontre des dépôts et des couches de lignites dans tous les terrains, à la partie supérieure du terrain houiller, dans les étages supérieurs et moyens des terrains secondaires et dans toutes les parties des tertiaires. Les lignites tertiaires paraissent d'espèces végétales différentes de celles des autres terrains.

Un fait est certain pour tout le monde, c'est l'origine végétale de tous ces dépôts. Mais Deluc considérait les couches de houille comme de vastes tourbières dont diverses circonstances avaient amené l'ensevelissement sous des couches d'autres substances. M. Adolphe Brongniart, dans son *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, adopte et défend l'opinion de Deluc, en se fondant principalement sur la manière dont les plantes sont conservées dans les roches qui accompagnent les couches de houille, et sur la présence, en plusieurs cas, de tiges verticales et telles qu'elles devaient être pendant leur vie. D'autres géologues ont prétendu que les charbons de terre étaient des forêts enfouies sur place, et itérativement détruites par des invasions marines, puis reproduites de nouveau à la même place.

C'est donc, parmi les roches charbonneuses, le gisement des végétaux dans le terrain houiller, qui semblerait offrir une exception à la loi du transport, en sorte que si le transport est démontré à leur égard, il ne pourra être douteux pour aucune autre roche de ce même groupe. Nous pouvons donc nous borner à l'étude du gisement houiller ; fidèles à la méthode que nous avons suivie jusqu'ici, toutes les fois qu'il nous a fallu détruire les assertions hasardées de la géologie hypothétique, nous chercherons les preuves du fait général du transport, dans les circonstances mêmes des faits particuliers qui lui ont paru d'abord le plus contraires ; par ce procédé, nous évitons les répétitions, des longueurs, nous gagnons du temps, et les principes gagnent de la force.

Il y a peu de phénomènes aussi remarquables en géologie que cette immense accumulation de combustible végétal, dans des bassins peu étendus, disposés par lignes interrompues et que l'on a comparées à des successions de vallées placées en séries ; ce phénomène devient encore plus singulier, quand on réfléchit que les végétaux qui ont formé ces puissants dépôts, n'offrent aucune empreinte que l'on puisse rapporter avec certitude à des espèces marines ; qu'ils n'appartiennent qu'à sept ou huit familles, et à un nombre d'espèces terrestres ou d'eau douce infiniment inférieur à celui qui existe actuellement dans les pays les plus circonscrits et les moins favorisés à cet égard.

Les bassins houillers comprennent souvent un très-grand nombre de dépôts superposés, alternativement arénacés, et alternativement argileux, et entre ces dépôts sont les charbons; mais il y a mélange, passage, nuance entre ces trois sortes de roches, et les séparations ne sont jamais nettes. Les couches charbonneuses souvent très-puissantes, quelquefois très-minces, alternent dans quelques bassins jusqu'à trente ou quarante fois avec les grès et les argiles. Le charbon des dernières couches a la plus grande ressemblance avec celui des premières; les empreintes et les tiges que renferment en grande quantité les roches arénacées et argileuses du bassin houiller sont aussi les mêmes dans les différentes couches de chaque série. Au-dessus ou au milieu de la houille, s'intercalent, dans plusieurs bassins, des calcaires contenant des ammonites, des térébratules et autres fossiles marins. Ces débris accompagnent aussi quelquefois la houille. De telles associations indiquent, comme nous l'avons déjà vu, des dépôts fluvio-marins ou d'embouchure. Quelquefois aussi les matières charbonneuses paraissent avoir été déposées dans des bassins-lacs. Le bassin houiller de Saône-et-Loire appartiendrait à cette seconde classe. D'autres fois encore les houilles ont pu être des tourbières transportées dans la mer ou dans les lacs, et peut-être formées sur place, ce qui n'est pas aussi certain.

On voit déjà l'analogie qui existe entre le bassin houiller marin et le groupe du calcaire grossier des environs de Paris. L'un et l'autre système est formé d'un ensemble de dépôts alternativement argileux, arénacés, calcaires et charbonneux. Dans le calcaire grossier, comme dans le terrain houiller, les matières végétales ne sont pas renfermées exclusivement dans la *houille* ou dans les *lignites*; on les retrouve par empreintes de tiges et surtout de feuilles très-bien déterminées dans les argiles et même quelquefois, ainsi que l'abbé Sorignet me l'a fait voir à Vaugirard et au-dessus de Bicêtre, dans les calcaires qui accompagnent les lignites, comme dans les grès et les schistes argileux qui s'intercalent aux couches de houille. Cependant M. Adolphe Brongniart reconnaît que tous les végétaux des terrains tertiaires étudiés avec soin par son père, ont été transportés par les eaux; il croit que des plantes de lieux très-éloi-

gnés et fort différents les uns des autres, ont pu être déposées dans des points assez rapprochés ; il va même jusqu'à attribuer le dépôt de l'île de Sheppey, à l'embouchure de la Tamise, dépôt correspondant à l'argile plastique du calcaire grossier, à une cause analogue au grand courant de l'Océan, qui souvent amène sur les côtes de Norwége des fruits des Antilles et du golfe du Mexique. Or, il me semble que celui qui admet le transport de tous les végétaux tertiaires et notamment de ceux de l'île de Sheppey, malgré leur bel état de conservation, ne saurait, sans se contredire, regarder la conservation des tiges et des empreintes de grès houiller comme l'une des meilleures preuves de l'enfouissement sur place des anciennes forêts qu'elles représentent, si dans les schistes et les grès houillers on reconnaît les végétaux à la conservation plus ou moins parfaite de leurs tiges, de leurs branches et de leurs feuilles, on peut bien, sans recourir à des causes extraordinaires, supposer qu'au sein de ces couches d'une autre nature que la houille, ils ont trouvé des circonstances favorables qui les ont préservés d'une entière destruction, ou que la houille formée presque uniquement de terreau et de poussière végétale, a été fournie par des affluents particuliers, ou par les mêmes courants que les grès et les argiles, mais placés dans des conditions différentes, comme le prouve, du reste, la différence de ces roches. Ne trouve-t-on pas également et en grand nombre des tronçons de tiges dans les argiles et même dans les calcaires qui accompagnent les lignites du système tertiaire parisien, tandis que les lignites eux-mêmes n'offrent le plus souvent aucune trace d'organisation végétale ou seulement des empreintes de feuilles ?

Les tiges reproduites par les grès du terrain houiller sont, comme on pense bien, couchées horizontalement, étendues et comprimées entre les feuillets des strates. Cependant, il s'en est trouvé quelques-unes qui traversaient *verticalement* les grès et les argiles, et plusieurs géologues ont cru qu'elles avaient fait partie de forêts ensevelies et fossilisées sur place ; on a même cité ce fait comme venant à l'appui de la théorie de Georges Cuvier, qui, de son côté, attribuait l'enfouissement de la plupart des mammifères terrestres à des irruptions itératives de l'an-

cienne mer. C'est dans les mines de Treuil, près de Saint-Étienne, que l'on avait d'abord observé cette disposition verticale de quelques troncs d'arbres.

On a cité depuis des gisements analogues sur d'autres points du terrain houiller, et même aussi dans le calcaire de Portland qui appartient aux terrains secondaires.

Les végétaux des roches Portlandiennes occupent un lit de terre noire, ou terreau, placée entre deux couches de calcaire. On a cru qu'après le dépôt et l'émersion du calcaire inférieur, des végétaux s'y étaient développés; que de leurs débris accumulés, ils avaient élevé avec le temps la couche de terre noire, et qu'ensuite les eaux marines étaient venues les submerger et avaient déposé la couche calcaire supérieure. Mais au-dessus du calcaire supérieur on trouve une autre petite couche de matières charbonneuses; de sorte qu'il faudrait admettre jusqu'à trois submersions successives du même point : une première, qui aurait déposé le calcaire inférieur; une seconde, qui aurait enfoui les tiges verticales sous le calcaire moyen, et une troisième, qui aurait englouti la seconde forêt, et l'aurait recouverte d'un nouveau dépôt de calcaire.

Cette difficulté n'est pas la seule :

Sur d'autres points de même formation, où l'on trouve encore des tiges dans cette position, la couche noire est d'une minceur qui finit par se réduire à rien, et les arbres se seraient trouvés placés immédiatement sur le calcaire solide, où ils n'auraient pu se développer et se soutenir. Sur tous les points, les arbres sont rompus net, et il est difficile de comprendre qu'adhérant à une couche si mince, ils n'eussent pas été arrachés plutôt que rompus.

Enfin, et cette dernière remarque est décisive, la couche de terre noire est formée d'une succession de petits lits très-distincts, qui ne permet pas de douter que elle aussi n'ait été déposée par les eaux. Le gisement semble même indiquer les circonstances qui ont présidé à son dépôt, car avant la couche de terre végétale, on rencontre une couche de cailloux roulés, dont la présence porte à croire que des eaux venant d'un point plus élevé, ont entraîné en même temps la terre végétale et les troncs de tiges qui auront conservé en descendant et en s'alté-

rant cette direction plus ou moins verticale, que nous voyons prendre encore à l'embouchure de beaucoup de fleuves, et surtout de ceux qui charrient des sables et des bois dont la souche est plus pesante que la tige.

Nous revenons aux tiges verticales du terrain houiller, et pour nous en tenir à l'examen de celles des palmiers, observées dans les mines de Treuil, qui ont été spécialement prises pour exemple par les partisans de Deluc et de Cuvier, l'observation elle-même répond que ces bois dont la position est plutôt oblique que parfaitement verticale, sont rompus et tronqués à leur extrémité inférieure, et que si, par exception, quelques-unes indiquent par les bifurcations de leur base l'origine des racines, ces racines elles-mêmes sont toujours absentes; vous n'avez là que des tronçons brisés, arrondis et sans rameaux. Mais la terre végétale, qui les aurait nourris, qu'est- elle devenue? Comment pas une fissure n'indiquerait par une ligne entre les tiges et les bifurcations de leur partie inférieure, l'ancien sol terrestre? Comment toutes les ramifications des racines des arbres auraient été détruites, elles qui auraient dû être protégées par le sol auquel elles adhéraient, tandis que les grès montrent de toutes parts les empreintes des feuilles et des ramuscules? Comment une immersion lente et sans transport n'aurait laissé aux tiges verticales, ni leurs branches, ni leurs racines, ni aucune partie de leur sol nourricier?

Elles sont fixées à toutes les hauteurs dans les grès houillers; les plus rapprochées, celles qui sont presque contiguës, occupent des niveaux si différents que le pied des unes est placé plus haut que la tête des autres. Bien plus, la substance minérale qui les enveloppe est tellement semblable autour d'elles, par-dessus et au-dessous, par sa nature, sa composition, sa couleur, sa stratification, qu'il faudrait supposer qu'elles ont végété dans des sables absolument identiques avec ceux qui sont venus plus tard les ensevelir, puisqu'il est impossible de distinguer une ligne de séparation entre le sol qui les aurait soutenues et les sédiments qui les auraient détruites (1).

(1) C. Prévost, *Documents pour l'hist. des terrains tertiaires.*

Depuis que ces remarques et bien d'autres encore ont été faites à l'occasion des troncs verticaux de Treuil, de Saarbruck et de quelques localités de l'Angleterre, ce phénomène a perdu toute son importance; on a compris que les circonstances qui l'accompagnent ne permettent pas d'y voir les restes d'anciennes tourbières ou de forêts sous-marines, et qu'elles s'accordent, au contraire, à faire ressortir avec plus d'évidence le fait général du transport des végétaux par les courants.

Les géologues qui ont attribué la houille à des forêts ensevelies sous les eaux marines, ont supposé que les végétaux croissant près des côtes avaient été atteints, engloutis par des invasions de la mer et recouverts de ses dépôts. Mais, d'abord, il paraît que tous les bassins houillers ne sont pas marins, et que le charbon a été aussi déposé dans des lacs; ensuite le charbon des bassins marins n'est pas toujours en contact avec des couches marines; c'est bien plus souvent des grès et des argiles d'eau douce qui le recouvrent, comme le prouvent les fossiles renfermés dans ces roches.

Nous avons vu que dans certains bassins on pouvait compter jusqu'à quarante couches de houille, séparées par des dépôts d'une autre nature; on serait donc obligé d'admettre quarante invasions de la mer sur le même point. L'ensemble des dépôts alternatifs de houille, de grès, d'argile et de calcaire, offre quelquefois une puissance de sept cent cinquante mètres de profondeur; ainsi le sol où l'on suppose que se développèrent les plantes ou les tourbières se serait élevé successivement de sept cent cinquante mètres, et ces différences de niveau n'auraient pas empêché la mer de venir tant de fois submerger les tourbières ou les forêts!!!

On n'aperçoit aucune différence entre la houille la plus profonde et la plus superficielle; les végétaux enveloppés dans les dernières couches arénacées et argileuses appartiennent aux mêmes genres, aux mêmes espèces que ceux des premières; il existe les mêmes rapports entre les différentes couches de grès et les différentes couches de schistes argileux. Pour expliquer des effets semblables, et si souvent répétés à de telles profondeurs, il faudrait nécessairement admettre que toutes les circonstances du côté de la terre sont invariablement restées les

mêmes pendant toute cette longue suite de siècles nécessaires à l'accomplissement du phénomène entier; qu'après la retraite des eaux de la mer qui auraient submergé la première forêt, et le desséchement des fleuves qui en auraient recouvert les débris de leurs sables et de leurs argiles, une forêt nouvelle, formée exactement des mêmes espèces de végétaux, se serait développée avec le temps précisément au-dessus de l'emplacement de l'ancienne, en attendant qu'une autre irruption de l'Océan vînt la détruire, et permit plus tard à de nouveaux fleuves de l'ensevelir sous leurs dépôts également composés de sables ou d'argiles, lesquels, par suite de leur mise à sec, seraient devenus le théâtre de combinaisons absolument analogues aux précédentes, et ainsi du reste jusqu'à la dernière forêt sous-marine et à la dernière couche de sable du bassin houiller; et les choses se seraient ainsi passées jusqu'à trente fois et plus sur les mêmes points, non pas sur un seul point du globe, mais sur plusieurs points de la France, de l'Angleterre, de l'Allemagne, dans les Indes, aux États-Unis, à la Nouvelle-Hollande, dans tous les pays où l'on découvre des charbons de terre. Voilà les étranges, mais inévitables conséquences de l'hypothèse des retraites et des retours de la mer; elles anéantissent leur principe.

Si nous n'avions pas déjà examiné le système de Georges Cuvier dans ses rapports avec la disposition des roches, nous aurions pu nous borner à cette observation: toute couche stratiforme suppose le transport; or, la houille, les lignites, l'anthracite et, en général, toutes les roches charbonneuses, affectent cette disposition; elles ont donc été transportées, ainsi que les grès et les schistes argileux; mais ces diverses roches ne présentant que des végétaux d'espèces terrestres ou fluviatiles, il faut conclure de ces deux faits réunis que les plantes et les substances minérales ont été charriées par des courants continentaux; la mer n'est pas venue chercher les plantes, mais les plantes sont allées trouver la mer.

La manière d'être des végétaux fossiles dans les autres roches est telle que nous venons de la voir dans la houille et dans les schistes et les grès houillers. Ils sont placés horizontalement et à toute hauteur dans les couches; ils ne sont presque jamais entiers; ce ne sont que des organes isolés; les tiges sont tron-

quées, séparées de leurs branches, de leurs feuilles et même de leurs racines; on ne rencontre jamais ces parties inférieures de la plante, quoique dans certaines espèces fossiles elles dussent adhérer fortement au sol. Le nombre des espèces de chaque couche paraît excessivement restreint, si on le compare à celui des espèces vivantes sur un point de la même étendue. Des végétaux qui n'ont pas pu vivre ensemble, sont réunis dans le même gisement, des plantes d'eau douce avec des plantes terrestres et marines; c'est le cas le plus ordinaire; celles du calcaire pénéen, du grès bigarré, du calcaire conchylien, du keuper, et des grès tertiaires supérieurs, font seules exception à cette règle. Tandis que des espèces de stations différentes sont associées dans les mêmes dépôts, des espèces qui ont coutume de vivre ensemble occupent souvent des couches différentes; c'est ainsi, par exemple, que l'on cherche en vain dans les terrains houillers d'anthracite des indices de la famille des mousses, et cependant la végétation de l'anthracite paraît analogue à celle des lieux où les mousses croissent en abondance.

Ainsi la position des plantes fossiles, leur état incomplet, le petit nombre de leurs espèces dans chaque localité, leurs associations, tout concourt à montrer qu'elles n'ont pas vécu dans les lieux où nous les trouvons, et que toutes ont été transportées.

D'une autre part, nous avons reconnu, par le moyen des fossiles, qu'en général les calcaires étaient marins, et que les grès, les argiles et toutes les roches charbonneuses avaient été déposées par des eaux douces, traversant des terres découvertes; c'est ce qui fait que, malgré des différences nombreuses, on trouve des caractères communs à tous les calcaires de la série, de même qu'à toutes les argiles et à tous les sables ou grès. En prenant les calcaires pour exemple, on remarque que ceux de tous les terrains se composent de détritus de coquilles et de polypiers. Nous avons aussi reconnu que ces diverses sortes de roches ont été déposées en *même temps*, et que si souvent il y a eu tour à tour suspension et reprise de la cause marine et de la cause fluviatile, ces intermittences n'ont été que locales, et n'ont existé que dans les points qu'occupent les alternances.

Dans *toutes les divisions* des différents groupes de terrains,

depuis les plus anciens jusqu'aux plus récents, on a retrouvé ces différentes sortes de roches ; il y a donc toujours eu en *même temps* des mers, des terres découvertes, des fleuves, des montagnes, des plaines, des plantes, etc. La mer n'a jamais occupé toute la surface de la terre en même temps, et les continents anciens ont présenté le même aspect et la même constitution générale que les nôtres.

IV. *Des couches à poissons.*

Les poissons offrent quelquefois des particularités de gisement qu'un examen trop superficiel a fait rapporter à des révolutions du globe. On trouve des ichthyolithes ou restes et empreintes de poissons dans tous les terrains, anciens ou récents, meubles ou solides, d'eau douce ou marins. Ces fossiles sont rarement en nature ; dans la plupart des gisements, ce ne sont que des empreintes ; on ne voit que la forme extérieure du poisson ou celle des écailles, sans rien apercevoir du squelette proprement dit ; plus souvent encore on ne trouve que des dents, des écailles, des rayons ou des mâchoires, ou tout au plus une partie de l'empreinte de la forme générale de l'individu. Il y en a même, si je ne me trompe, qui ne seraient connus que par quelques écailles conservées dans les coprolites ou matières excrémentielles fossiles de certains reptiles ou d'autres poissons.

Les poissons *bien conservés* ne se rencontrent que dans des localités assez circonscrites, presque toujours en grande quantité, et dans un petit lit schisteux, calcaire, fissile, de quelques pouces seulement d'épaisseur, où ils ont été déposés les uns après les autres.

A Glaris, en Suisse, dans le fond d'un petit vallon, les traces de poissons forment un demi-relief sur la plaque d'ardoise, et sont de même substance et de même couleur qu'elle ; la contre-partie est, comme on le pense bien, en creux, mais assez mal terminée. Du reste, ces fossiles y sont rares, n'existent qu'en empreintes, et ne se trouvent jamais, à ce qu'il paraît, accompagnés de coquilles ou de débris. Les poissons y sont disposés à plat sur un seul pouce d'épaisseur.

Dans le comté de Nansfeld, à Séefeld (Thuringe), à Munster-Appel (Palatinat), au pont de Muse, 2 lieues nord-ouest d'Autun (Haute-Saône), la couche piscifère est un schiste cuivreux marneux, bitumineux, parsemé de pyrites argentifères. Les poissons, dans toutes les attitudes possibles, sont la plupart couchés sur le dos, et dans des positions violentes et recourbées. Ils sont ordinairement avec leur chair ou en relief d'un côté et en creux de l'autre. A Muse, ils sont disposés à plat sur un seul pouce de profondeur. Le *palæonisque de Blainville* y est si commun qu'on en découvre toujours plusieurs exemplaires entre les feuillets même les plus minces de la couche.

Les espèces du genre *cephalaspis* (Agassiz) de l'étage moyen de l'olred, ou vieux grès rouge d'Angleterre, gisent sur une étendue de trois milles carrés, occupant toujours le même horizon géologique.

Or, il est bien remarquable que l'olred se montre entièrement dépourvu de débris organiques dans son étage supérieur, c'est-à-dire dans une épaisseur de plusieurs mille pieds, et que son étage inférieur n'a encore présenté qu'un *dipterus* et quelques mollusques.

Le *palæoniscus catoptruus* du grès bigarré est si abondant que sur l'une des faces d'un bloc de la roche, de trois pieds de long et d'un pied et demi de large, on a compté 252 invidus de cette espèce.

La couche à poissons du lias n'a pas plus d'un pouce. D'après M. Agassiz, l'état de conservation parfaite du *Dapedius-politus* du lias de Lyme-Regis, indique qu'il a péri subitement.

Dans le dépôt de Solenhofen (terrain jurassique), et dans les autres qui lui sont parallèles, la roche qui contient les fossiles est calcaire, fissile, assez dure; on l'exploite pour le même usage que l'ardoise.

Au Monte-Bolca ou Vestena-Nuova, on ne les trouve que dans une seule couche de deux pieds d'épaisseur ou au milieu d'une marne fissile, fétide, qui se divise en plusieurs feuillets. Cette roche est presqu'entièrement calcaire, mêlée d'un peu d'argile et d'une substance bitumineuse. La montagne est formée, en très-grande partie, de roches volcaniques; dans le lit feuilleté qui les contient, les poissons sont disposés à plat, et

gnés et fort différents les uns des autres, ont pu être déposées dans des points assez rapprochés; il va même jusqu'à attribuer le dépôt de l'île de Sheppey, à l'embouchure de la Tamise, dépôt correspondant à l'argile plastique du calcaire grossier, à une cause analogue au grand courant de l'Océan, qui souvent amène sur les côtes de Norwége des fruits des Antilles et du golfe du Mexique. Or, il me semble que celui qui admet le transport de tous les végétaux tertiaires et notamment de ceux de l'île de Sheppey, malgré leur bel état de conservation, ne saurait, sans se contredire, regarder la conservation des tiges et des empreintes de grès houiller comme l'une des meilleures preuves de l'enfouissement sur place des anciennes forêts qu'elles représentent, si dans les schistes et les grès houillers on reconnaît les végétaux à la conservation plus ou moins parfaite de leurs tiges, de leurs branches et de leurs feuilles, on peut bien, sans recourir à des causes extraordinaires, supposer qu'au sein de ces couches d'une autre nature que la houille, ils ont trouvé des circonstances favorables qui les ont préservés d'une entière destruction, ou que la houille formée presque uniquement de terreau et de poussière végétale, a été fournie par des affluents particuliers, ou par les mêmes courants que les grès et les argiles, mais placés dans des conditions différentes, comme le prouve, du reste, la différence de ces roches. Ne trouve-t-on pas également et en grand nombre des tronçons de tiges dans les argiles et même dans les calcaires qui accompagnent les lignites du système tertiaire parisien, tandis que les lignites eux-mêmes n'offrent le plus souvent aucune trace d'organisation végétale ou seulement des empreintes de feuilles?

Les tiges reproduites par les grès du terrain houiller sont, comme on pense bien, couchées horizontalement, étendues et comprimées entre les feuillets des strates. Cependant, il s'en est trouvé quelques-unes qui traversaient *verticalement* les grès et les argiles, et plusieurs géologues ont cru qu'elles avaient fait partie de forêts ensevelies et fossilisées sur place; on a même cité ce fait comme venant à l'appui de la théorie de Georges Cuvier, qui, de son côté, attribuait l'enfouissement de la plupart des mammifères terrestres à des irruptions itératives de l'an-

expliquerait-elle par la même cause la mort de ceux qui vivaient dans les eaux ? Ce n'est pas à une action générale que l'on peut attribuer la destruction de ces poissons, malgré leur nombre souvent prodigieux, et quoique ceux de chaque gisement paraissent avoir été frappés tous à la fois de mort subite. Tout repousse bien nettement l'idée d'une action longtemps prolongée et d'une catastrophe générale; la minceur du lit presque toujours unique qui contient les fossiles, le peu d'étendue qu'ils occupent, le si petit nombre d'espèces représentées par cette innombrable quantité d'individus, la stratification régulière de ces petits lits, qui ont dû se former sous des eaux tranquilles, en même temps que les poissons perdaient la vie, puisque ces êtres y sont dans une intégrité presque parfaite, et qui ne permet pas de supposer qu'un long espace de temps ait séparé le moment de leur mort de celui de leur enfouissement. Une preuve irréfragable qu'ils ont été, dans certains cas au moins, saisis vivants, c'est qu'il existe au Muséum de Paris des exemplaires où l'on voit un poisson qui en tient un autre à moitié avalé. Tout montre donc qu'ils ont été déposés par une cause tranquille, quoique subite, et que l'action qui les a tués était locale et circonscrite.

Quelle cause a donc pu détruire, en un temps si court, tant de poissons dans des espaces aussi restreints ? Il n'existe, pour les adversaires des révolutions, aucune obligation de la faire connaître ; nous ne connaissons pas celle de tous les phénomènes de la nature, et notre ignorance à cet égard n'autorise personne à recourir, pour expliquer ces phénomènes, à des causes qui auraient cessé d'agir ou qui n'existeraient plus dans le monde présent, surtout lorsque les causes qui existent encore suffisent pour expliquer tous ceux que l'on a pu étudier convenablement. Cependant, quelques géologues, et entre autres M. C. Prévost, nous paraissent avoir indiqué la véritable cause de celui qui nous occupe en ce moment.

Notons toutes les particularités du gisement des poissons : la conservation des animaux prouve qu'ils ont été déposés et recouverts de sédiments immédiatement après leur mort ; ceux qui ont été saisis en avalant d'autres le prouvent encore plus irréfragablement; leur multitude dans le même petit lit prouve

que la même cause les a frappés tous presque à la fois; la faible étendue de ces lits montre que cette cause n'était que locale, et leur retour avec les mêmes circonstances, à différents étages de la série, qu'elle s'est renouvelée à différentes époques, et dans des conditions tout-à-fait analogues. L'origine marine des fossiles, la substance calcaire des roches, et les autres débris marins qu'elles contiennent, indiquent que les faits se sont accomplis dans les eaux de la mer; mais, en même temps, la matière bitumineuse et fétide mêlée au calcaire, la couleur de la roche, et plusieurs fois sa position au sein de formations volcaniques, semblent dire que, si le dépôt a été produit par la cause aqueuse, c'est la cause ignée qui a fourni une partie des substances minérales dont il est formé. Une autre circonstance fait présumer qu'elle a aussi fourni les fossiles : ces poissons paraissent avoir éprouvé les effets de la chaleur; Mylius a observé que, dans les exemplaires de Muse, de Séefeld, de Munster-Appel, le cristallin est encore composé d'une substance blanche, comme dans les poissons cuits, et nous avons vu que les poissons de ces mêmes gisements sont, pour la plupart, dans des positions violentes et recourbées, comme si, n'étant qu'étourdis ou asphyxiés au moment de leur dépôt, ils avaient pu se débattre encore avant d'expirer.

Or, toutes ces circonstances paraissent trouver leur explication dans des faits analogues au fait suivant, qui a dû se produire à toutes les époques, et qui doit se renouveler encore de nos jours. En 1831, avant la manifestation des phénomènes aériens du volcan qui forma l'île *Julia*, entre Ciacca et la Pantélerie, on vit flotter, à 8 ou 10 lieues à la ronde, une immense quantité de poissons tués ou simplement asphyxiés par les émanations et la chaleur volcaniques. L'évaporation des masses d'eau chaude qui environnaient le cratère sous-marin, ayant produit un déplacement dans les masses d'eau froide plus éloignées, celles-ci couraient vers le volcan et y amenaient en foule les poissons vivants; et si, comme il est probable, les mêmes courants qui entraînaient continuellement les matières volcaniques, saisirent aussi les poissons morts ou asphyxiés flottant sur les eaux, ils durent les aller déposer

dans des sédiments analogues à ceux qui enveloppent aujourd'hui les poissons fossiles.

Cette cause répond à tout; elle donne la raison de la nature bitumineuse des couches; de l'accumulation des fossiles sur un petit nombre de points, de leur conservation si remarquable, et de l'étendue toujours assez bornée des dépôts piscifères.

En admettant cette cause, il n'y a plus lieu de s'étonner du nombre toujours si restreint des espèces dans chaque couche comparativement à celui des espèces vivantes; de la différence des espèces dans les différents gisements, et, au contraire, de l'affinité de celles qui appartiennent au même dépôt; enfin, du retour de ces dépôts, si semblables, à des points différents de la série des terrains.

On a la preuve que les volcans ont agi à toutes les époques, et qu'ils ont été sous-marins avant que d'être terrestres; le phénomène des couches piscifères doit donc être commun aux terrains de tous les âges; mais l'action de la chaleur volcanique n'ayant embrassé, à chaque époque, que des espaces très-limités, elle n'a jamais dû atteindre qu'un petit nombre d'espèces, fort inférieur à celui de toutes les espèces qui vivaient alors et de celles qui vivent aujourd'hui.

Le nombre des individus l'emporte de beaucoup sur celui des genres et des espèces dans tous les gisements, parce que les individus de chaque espèce vont, comme on sait, par bandes nombreuses, tandis que la présence de certaines espèces sur un point de la mer en éloigne d'autres plus faibles et moins bien défendues; l'action des volcans sous-marins, trop circonscrite pour atteindre des individus de beaucoup d'espèces, pouvait donc détruire beaucoup d'individus de la même espèce, et c'est ce que les faits nous présentent.

Nos dépôts piscifères offrent une autre particularité qui n'aurait peut-être pas autant étonné le savant et ingénieux auteur des *Recherches sur les poissons fossiles*, s'il eût vu la liaison des circonstances de leur gisement avec les phénomènes des volcans sous-marins : « La présence de plusieurs espèces souvent très-semblables, quoique bien distinctes, dans une même localité, entre-mêlées dans les mêmes couches, mais limitées à

des dépôts de peu d'étendue, est dit-il, un fait géologique et de géographie des êtres organisés très-surprenant. Nous voyons, par exemple, dans certaines localités, deux ou trois espèces d'un même genre que l'on a de la peine à distinguer, comme à *Solenhofen*, à *Eischtædt*, et à *Daiting*, plusieurs *leptolepis ;* à Muse, trois *palæoniscus ;* dans plusieurs de nos lacs, quelques *leucisques* très-voisins, etc. » La réunion dans les mêmes lits d'espèces voisines et qui pour celà même vécurent ensemble dans les mêmes parages, comme cela a lieu encore de nos jours, et par conséquent furent tuées ou asphyxiées ensemble par la même cause, n'a rien qui doive nous surprendre.

La différence d'espèces et de genres que l'on observe, en passant d'un gisement à un autre, s'explique tout aussi naturellement que la ressemblance des espèces dans le même gisement; nous savons que les volcans ont agi à des époques différentes et sur des points différents de l'ancienne mer; ils n'ont donc pas dû y rencontrer souvent les mêmes genres ni les mêmes espèces, la répartition des vertébrés aquatiques ne le permettait pas. De nos jours, les mêmes genres n'occupent pas constamment les mêmes points dans toutes les saisons de l'année; l'époque du frai, qui est une des causes générales de leur déplacement, n'arrive pas pour tous en même temps.

Telle est évidemment, dans l'accord de toutes les circonstances, l'histoire de la plupart des poissons fossiles.

Sans doute, d'autres causes ont pu contribuer à enfouir des poissons; par exemple, l'envahissement accidentel des lacs d'eau douce par les eaux marines, comme cela arriva à Lowestofft, lorsqu'on ouvrit la communication du lac de Loch-Lotting avec la mer; l'eau salée forma un courant inférieur tandis que l'eau douce s'écoula à la surface. Mais de pareils faits ont dû être rares.

Quoi qu'il en soit, les couches piscifères n'indiquent qu'un phénomène exceptionnel, local, et par conséquent sans aucun rapport avec des *destructions générales* et simultanées; elles prouvent aussi que les animaux dont il est question ont été apportés les uns après les autres dans des lits nettement stratifiés, déposés par une action lente, tranquille, uniforme, répétée, et la même du commencement à la fin du dépôt.

En remontant, comme nous l'avons fait, à l'origine des
férentes roches, par le moyen des fossiles, nous avons vu
tous les débris d'animaux et de plantes avaient été transp
par les eaux dans les lieux où ils se trouvent aujourd'hui.
sommes arrivés au même résultat par l'examen approfond
quatre grands gisements où les partisans des révolutio
globe avaient cru trouver de quoi justifier l'essor donné à
systèmes, de sorte que nous pourrions déjà considérer c
général comme l'un des principes les mieux établis de la
logie positive; mais les conséquences qu'il renferme sont
ment graves que nous ne devons négliger aucun des moye
plus propres à le mettre pleinement en évidence. C'est l
que nous nous proposons en envisageant maintenant les
fossiles dans leurs rapports avec les êtres vivants.

LEÇON XIV.

Art. vii. — *Le transport donne seul la raison des propor*
numériques, et des rapports de mœurs et d'habitudes qui e
tent entre les êtres fossiles et les êtres vivants.

Si les irruptions générales de la mer avaient eu lieu,
auraient atteint et enfoui tous les êtres vivants, elles n'aur
épargné aucune espèce, et nous aurions dans les êtres fo
la faune et la flore de toutes les régions du globe, qui on
explorées par les géologues, de tous les sites, des montag
des plateaux, des vallées, des fleuves, et des mers. Pour
donc trouvons-nous si peu de mammifères marins et tant
mammifères terrestres, et, parmi ceux-ci, si peu de ruminan
tant de pachydermes et de carnassiers; si peu de serpents et
lézards et tant de crocodiles et de reptiles aquatiques? Pourq
les tortues d'eau douce sont-elles si nombreuses par com

ou avec les tortues de mer? pourquoi existe-il un si grand bre de végétaux vivants et un si petit nombre de végétaux les; et parmi ceux-ci, pourquoi tant d'espèces vivant sur ords des eaux douces, et si peu d'espèces marines? etc. etc. en admettant l'entraînement par les eaux, nous trouve-dans les habitudes mêmes et dans les mœurs des êtres la n de ces proportions et de ces rapports.

I. Végétaux.

y a environ quatre-vingt mille espèces de végétaux dé-ou nommées; mais on en compte plus de cent mille. Un ier groupe vit dans la mer, un second dans les eaux douces ur leurs bords, un troisième, et c'est l'immense majorité, indifféremment près ou loin des eaux. Telle est la dis-tion actuelle, qui devait être la même autrefois, puisque es géologues sont obligés d'admettre que les fossiles ont vre dans les mêmes circonstances que leurs analogues du le présent.

, ces trois grandes divisions qui, prises ensemble, embras-ent mille espèces de végétaux, ne sont représentées dans re fossile jusqu'à ce jour que par huit cent quatre-vingts es : ce n'est pas la centième partie de ce qui existe.

· ces huit cent quatre-vingts espèces fossiles, cent trente-eulement sont marines, quatre cent soixante-deux crois-lans les eaux douces ou dans les lieux humides, tels que bouchures des fleuves, de sorte qu'il n'y a que deux cent te-dix-neuf espèces de l'immense division qui peut se des courants, et encore y remarque-t-on un grand nom-e plantes qui aiment beaucoup le voisinage des eaux, e le platane, le bouleau, le peuplier, etc. (1). Sans doute

lantes fossiles marines :

Conferves (Broug.)	7
Algacites. (Sternb.) fucoïd (ib.)	122
Joncées.	1
Nayades.	9
Total.	139

le nombre des espèces fossiles peut croître tous les jours par de nouvelles découvertes, mais cela ne peut rien changer aux principes que nous soutenons.

Les espèces marines sont rares à l'état fossile ; elles sont cependant moins rares en proportion que les espèces tout-à-fait de pleine terre. D'ailleurs, deux raisons devaient les rendre rares : la première, leur nombre limité à l'état vivant ; la seconde tient aux conditions de leur existence ; en effet, il leur faut une eau claire et plus ou moins tranquille pour végéter ; les points de la mer où se déposent des sédiments ne peuvent évidemment permettre aucune végétation, surtout quand les dépôts sont continus comme l'ont été ceux de presque tous les terrains. On ne doit donc s'attendre à rencontrer à l'état fossile que les espèces rejetées par la mer dans les sédiments déposés dans son sein ou sur ses bords.

D'un autre côté, les végétaux si nombreux qui habitent loin des eaux et des courants, ne peuvent évidemment devenir fossiles que par des causes accidentelles et rares, aussi les fossiles de cette division sont-ils les moins nombreux.

C'est le contraire pour ceux qui croissent dans les eaux douces ou sur leurs bords ; ils sont beaucoup plus exposés à être entraînés par les courants, aussi l'emportent-ils de beaucoup par le nombre dans les couches de la terre. Les lycopodiacées, les équisétacées et presque toutes les fougères exigent des lieux profonds, humides et chauds, comme les grandes vallées des forêts, les embouchures des fleuves, et aujourd'hui encore on trouve dans ces conditions dix végétaux de ces familles contre un des autres. Or, les espèces réunies de ces trois familles montent à la moitié, et les fougères seules à plus du tiers du nombre total des végétaux fossiles connus jusqu'à ce jour.

Plantes fossiles d'eau douce ou des bords :

Equisétacées.	48
Fougères	302
Lycopodiacées.	90
Marsiléacées.	11
Amentacées.	2
Characées.	5
Nymphœacées.	2
Total.	460

Les faits prouvent donc de la manière la plus évidente que le nombre des espèces vivantes n'exerce aucune influence sur celles qui peuvent devenir fossiles ; la fossilisation est un résultat des conditions exceptionnelles dans lesquelles ont vécu les êtres qu'elle a atteints. Y eût-il cent mille fois plus de végétaux en espèces et en individus loin des eaux et des courants actuels, il n'y en aurait pas un seul de plus à devenir fossile ; tandis que les plantes des eaux douces ou de leurs bords, quoique infiniment moins nombreuses, peuvent le devenir et le deviennent, en effet, en bien plus grand nombre. Les végétaux fossiles ne peuvent donc, en aucune façon, être considérés comme représentant la flore de leur époque.

II. *Animaux.*

Nous ne dirons rien en ce moment des zoophytes qui tous vivent dans les eaux ; il en est à peu près de même des mollusques à l'exception du petit nombre d'espèces terrestres ; les crustacés et les poissons vivent tous dans les eaux, et nous n'en parlons pas non plus. Les oiseaux sont rares à l'état fossile, et nous les passerons également sous silence pour le moment. Après ces classes, la première qui se présente en remontant la série animale, est celle des hexapodes ou insectes, et celle des octopodes ou arachnides.

I. *Hexapodes et octopodes.*

On compte aujourd'hui plus de 80 mille espèces dans ces deux classes, et l'on n'en connaît encore que 1,080 environ à l'état fossile. Ce petit nombre d'insectes fossiles prouve, pour sa part, que jamais les eaux n'ont envahi tout d'un coup des contrées entières. Dans ce cas, en effet, l'entomologie fossile devrait se composer d'une plus grande quantité de formes diverses ; et si, comme on est conduit à l'admettre généralement, la végétation était autrefois beaucoup plus active qu'elle ne l'est aujourd'hui, on doit en conclure que les animaux, et particulièrement les insectes qui vivent en grand nombre de substances végétales, étaient aussi plus nombreux que de nos jours, puis-

que toutes les conditions de leur existence étaient plus favorables. Or, l'on n'a encore trouvé que dix insectes dans les terrains *houiller* et *primaire ;* les restes fossiles de ces animaux indiqueraient donc, dans l'hypothèse des révolutions, à ces époques éloignées, une faune beaucoup plus pauvre sous des conditions plus avantageuses, ce qui implique contradiction.

Il n'y a point d'insectes qui vivent dans la mer ; quelques-uns seulement en très-petit nombre fréquentent les rivages. Les animaux de cette classe ne peuvent donc faire connaître si les couches qui les renferment ont été déposées par les eaux de la mer. Mais si la mer a envahi la terre sèche, on devrait en trouver sous des sédiments purement marins ; et nous ne croyons pas qu'on en cite un seul dans un gîte de cette nature.

Les insectes de rivières sont également rares ; restent ceux des eaux tranquilles et des marais, et les innombrables espèces terrestres et surtout des bois. Or, tous les insectes fossiles se rapportent aux divisions des espèces d'eau douce, terrestres et des bois ; ils sont répartis entre des couches assez nombreuses, mais toutes de lignites, de schistes argileux ou de marnes d'eau douce ; c'est ici un fait général constaté par tous les gisements d'insectes connus jusqu'à ce jour.

Sur les 1,080 insectes fossiles connus, 800 environ sont enveloppés de succin ou ambre jaune, suc végétal résineux, qui, dans les couches s'accompagne quelquefois de graines et toujours de bois paraissant appartenir à des conifères. Les insectes de l'ambre ont donc suivi la destinée des végétaux.

Tous les insectes se trouvant renfermés dans des roches de transport, et ces roches ayant été déposées par des eaux douces, il en faut conclure que tous les cadavres de ces petits animaux ont subi l'entraînement des parties hautes de la terre vers les parties basses et non pas de la mer vers les terres. Ainsi nous ne devons avoir à l'état fossile que les espèces qui, par suite de leurs habitudes, se trouvèrent exceptionnellement exposées à l'action des courants continentaux.

Et en effet, quoiqu'il existe sur les bords des mers un certain nombre d'espèces marines, on n'en a point encore trouvé à l'état fossile.

L'ambre ne contient que des espèces terrestres et surtout des bois; un grand nombre d'arachnides, de fourmis, de diptères, de coléoptères xylophages, etc., qui vivent habituellement sur les tiges des arbres pour se nourrir de leur sève, pour y déposer leurs œufs, ou qui y montent accidentellement pour chercher d'autres insectes et leur tendre des piéges. En outre, nous avons vu que le plus grand nombre d'insectes fossiles sont enveloppés d'ambre, substance végétale.

Les couches de lignites et de marnes contiennent des insectes d'eau douce avec des insectes terrestres, et parmi ces derniers, les espèces qui vivent sur les arbres sont réunies avec celles qui se tiennent ordinairement à terre; ces associations, les invasions marines n'en rendraient pas compte, puisqu'elles se rencontrent au sein de dépôts d'eau douce, tandis que, par le principe de l'entraînement, on s'explique aisément cette réunion sur un petit nombre de points où se faisait le dépôt d'insectes morts pris sur des points différents par la cause fluviatile.

Les insectes, dans leurs gîtes, sont toujours accompagnés de végétaux ou de matières dérivées des terres sèches. Les dépôts qui en contiennent sont rares, mais les animaux y sont en général fort nombreux, sinon comme espèces, du moins comme individus, et sous ces derniers rapports les couches insectifères ont de l'analogie avec celles à poissons. On voit que les eaux courantes prenaient aussi les insectes sur un petit nombre de points où ils étaient déjà morts en grande quantité et les apportaient pour ainsi dire un à un. Or, cette mort d'un grand nombre d'insectes à la fois et sur les mêmes points, est un fait que tout le monde peut encore observer de nos jours; une légère variation de température locale peut le produire. Dans plusieurs espèces la mort vient à la même époque, dans les mêmes jours, et quelquefois à la même heure pour tous les individus de même âge. Une fois la fécondation opérée, la mort survient dans les mâles, et les femelles périssent presqu'immédiatement après la ponte. Il y a des pays où les éphémères paraissent en si grande abondance le long des rivières et des lacs que le sol, après leur mort, en est tout couvert, et qu'on les ramasse par charretées pour fumer les terres.

Les insectes fossiles réfutent donc, pour leur part, les ir-

ruptions marines et les révolutions du globe, et ils prouvent, au contraire, l'action des cours d'eau pour la formation des dépôts où ils se trouvent.

II. — *Reptiles et amphibiens.*

L'étude des reptiles fera peut-être mieux ressortir encore le fait si important de l'entraînement des fossiles en vertu de circonstances de mœurs et d'habitudes, et non de révolutions générales. Le groupe des reptiles est aujourd'hui l'un des moins nombreux du règne animal, et des moins variés. Il y en a qui vivent dans les fleuves ou sur leurs bords; d'autres sont marins, d'autres terrestres. Ceux qui fréquentent les rives des courants ou les débouchés des fleuves doivent être plus nombreux que les autres à l'état fossile. Aussi verrons-nous beaucoup plus de tortues, de crocodiles, de batraciens, etc., que de serpents et de lézards.

Parmi les amphibiens, les batraciens, tels que grenouilles, rainettes, crapauds, pipas, etc., sont à peu près les seuls animaux qui présentent des espèces fossiles. Ils sont généralement aquatiques, et vivent sur les bords des rivières, des lacs, des eaux stagnantes, où il se forme des tourbes et des sédiments vaseux. Aussi, quoique leurs parties les plus solides ne soient pas très-dures et se désorganisent vite, on en trouve un assez bon nombre d'espèces dans les tourbières, les dépôts lacustres, les cavernes de Saxe et celles d'Amérique.

Les salamandres appartiennent aussi à cette classe, et vivent dans les eaux croupissantes, et quelquefois dans les sources vives; on en rencontre aussi à l'état fossile.

Les *ichthyosauriens* sont intermédiaires aux poissons et aux amphibiens; la disposition de leurs membres ne devait leur permettre que de nager. On n'en connaît plus à l'état vivant; mais on en a découvert sept ou huit espèces fossiles, et toutes gisaient dans des argiles ou des marnes renfermant aussi des végétaux; leur gîte indique donc qu'ils ne s'éloignaient pas des embouchures (1).

(1) *Gisement de l'ichthyosaure :*
1° Marne de la craie tuffau (Angleterre);

Parmi les *reptiles*, les ophidiens ou serpents, et les ophidosauriens ou lézards, peuvent se passer des eaux; cependant ils vont quelquefois y chercher leur proie. Ils sont rares à l'état fossile, et on ne les trouve que dans des dépôts d'eau douce, dans l'île de Sheppey, dans les marnières d'Argentan, dans le dépôt lacustre de Sansan, et dans les cavernes à ossements.

Les crocodiles, au contraire, vivent aux embouchures, et ne peuvent passer d'un fleuve dans un autre, ni se soustraire à leurs ennemis, lorsqu'il leur en survient. Leurs espèces ont donc dû s'éteindre en grand nombre : en effet, plusieurs genres perdus de cette famille ont été trouvés dans les couches de la terre. Il y en avait qui devaient avoir jusqu'à 50 pieds de long. On conçoit que des animaux aussi gigantesques ne pouvaient pas facilement se déplacer. Leurs restes abondent dans tous les terrains, depuis le zechstein jusqu'à nos carrières à plâtre.

Les *plésiosauriens*, autres animaux d'embouchures, intermédiaires aux crocodiles et aux tortues, vivaient essentiellement au sein des eaux. On en connaît six ou sept espèces trouvées dans les mêmes couches que l'ichthyosaure, avec des crocodiles. Ces diverses espèces d'animaux sont quelquefois, il est vrai, associées à des mollusques marins, tels que des bélemnites et des ammonites; mais les argiles qui les enveloppent ou les accompagnent prouvent assez que, si le dépôt a été formé dans la mer, les matériaux ont été, en tout ou en partie, apportés par des fleuves; c'est ce qu'on appelle dépôts de mélange ou d'embouchures.

Tortues. Les trionix et les émydes habitent les eaux douces; les testudinées sont terrestres, et les chelonées sont marines. Les tortues d'eau douce sont, suivant la loi générale, plus exposées que les autres à être prises et entraînées par les courants. Aussi l'on compte de 15 à 20 espèces de tortues d'eau douce

2° Marne de la craie chloritée de Bensington (comté d'Oxford);
3° Argile de *Kimmeridge* (Dorset); argile d'Honfleur;
4° Schiste calcaire analogue à celui de Solenhofen, à Boll (Wurtemberg);
5° Surtout argiles du lias sur plusieurs points de l'Angleterre; et en Allemagne, aux environs d'Altorf dans des carrières semblables au lias;
6° Dans un calcaire argileux du Missouri (Philadelphie);
7° Dans le muschelkack (Angleterre).

fossiles, trouvées dans des dépôts d'eau douce ou d'embouchure. On indique des espèces de cette famille depuis la partie inférieure du terrain carbonifère jusqu'aux cavernes à ossements.

La famille des tortues de terre n'en a fourni que quatre ou cinq; on les trouve également dans les couches d'eau douce.

On ne connaît que trois ou quatre espèces de tortues marines à l'état fossile.

Les *ptérodactyles*, sortes de reptiles à membres antérieurs très-développés, formèrent autrefois une classe intermédiaire aux reptiles et aux oiseaux. Les couches d'eau douce ou de mélange en ont montré dix ou douze espèces.

Ainsi, dans le groupe des reptiles, le moins nombreux aujourd'hui de tous ceux du règne animal, nous trouvons à proportion plus d'êtres fossiles et éteints que dans les autres, parce que la plupart de ceux qui le composent vivent à l'embouchure des courants. Des genres nombreux, des classes entières de reptiles ont cessé d'exister. Nous ne voyons point qu'ils aient été victimes d'événements violents qui seraient venus les détruire; le gisement est constamment en rapport avec cette idée, que les individus morts ont été transportés et ensevelis accidentellement par suite des circonstances et des habitudes de leur vie, qu'ils ont été portés de la terre vers le bassin où se déposaient les sédiments. Rien n'indique que la mer soit venue les enfouir dans leurs propres demeures. Nous ne nions pas que l'enfouissement des êtres *vivants* par la mer ou les fleuves ne puisse avoir lieu dans certains pays, comme en Hollande, par exemple, où le sol est quelquefois au-dessous du niveau des eaux; mais nous ne voyons pas que cela soit arrivé, et nous sommes certains que cela n'est pas arrivé d'une manière générale.

III. — *Mammifères.*

Nous devons arriver au même résultat par l'étude des mammifères.

1° *Mammifères cétacés.* Cette famille se compose des dauphins marins et d'eau douce, des cachalots, des hypéroodons et des baleines. Elle ne paraît pas avoir perdu de genres, mais seu-

lement une douzaine d'espèces, et, sur ce nombre, sept appartiennent à des dauphins d'eau douce.

Il ne se forme, en général, de grands dépôts qu'auprès des fleuves, et les mammifères marins doivent s'éloigner des points où les sédiments, abandonnés par les eaux, troubleraient leurs habitudes. Il en est de même des poissons. Les uns et les autres sont vivants lorsqu'ils viennent dans les cours d'eau, ils peuvent s'enfuir et échapper à l'ensevelissement, tandis que les animaux terrestres et fluviatiles n'y viennent qu'après leur mort, apportés par les courants eux-mêmes. Il en résulte que les squlettes des animaux marins n'étant que rarement découverts, se décomposent au fond des vallées de la mer, ou sont entraînés plus bas par les eaux. Cela arrive quelquefois même aux restes des grands mammifères terrestres qui se trouvent accidentellement épars sur le sol immergé. Au rapport du capitaine J.-B. Martin, les pêcheurs qui fréquentent la mer d'Allemagne et la Manche, rapportent fréquemment des os chargés de vers marins et recouverts de substances marines fétides, trouvées en pleine mer. On a découvert ainsi beaucoup d'ossements de mastodontes, en 1825, entre Boulogne et Dungeneness ; en 1837, entre les deux écueils Varn et Ridge; en 1839, entre Yarmouth et la côte de Hollande, dans différentes parties du Pas-de-Calais. On ne les rencontre jamais au sommet des écueils, mais dans les vallées marines profondes. D'après ces faits, on ne devra pas être surpris de trouver quelquefois des animaux terrestres dans des couches fluvio-marines ou même pélagiennes.

2° *Edentés*. Les fourmiliers, les pangolins, l'oryctérope, les tatoux, appartiennent à cette famille. Ils se nourrissent en général de chair corrompue ou d'insectes et quelquefois de grands végétaux. Ils sont timides, sans défense, et ne peuvent que difficilement se soustraire à la poursuite de leurs ennemis. Ce groupe a perdu plusieurs genres et 28 espèces, disent les paléontologues; c'est plus qu'il n'en possède aujourd'hui. Les espèces fossiles atteignaient des proportions gigantesques, et beaucoup plus considérables que celles qui leur ont survécu. Tous les individus de cet ordre et des ordres suivants ont été trouvés dans des dépôts d'eau douce, lacustres ou fluviatiles.

3° *Ruminants*. Cet ordre comprend les genres bœuf, aurochs, mouton, chèvre, chevrotin, antilope, giraffe, lama, chameau, etc. et la nombreuse famille des cerfs qui renferment les genres chevreuil, axis, cerf, daim, renne, élan.

Tous ces animaux n'ont pas les mêmes habitudes. Le chameau peut vivre loin des eaux ; ce genre aurait péri comme tant d'autres, si l'homme, pour le faire servir à ses besoins, ne l'avait rendu domestique. Le lama habite presque exclusivement les montagnes. La girafe aime les contrées sèches. Les antilopes, qui sont encore au nombre de quarante espèces au moins, vivent par troupes dans les oasis de l'Afrique, et par conséquent sur des terrains secs. Tous ces genres, auxquels il faut joindre encore le mouton, la chèvre, le bouquetin, peuvent se passer du voisinage des eaux. Aussi chacun d'eux n'est représenté dans la faune fossile que par de rares débris ; tandis que ceux du bœuf, de l'aurochs et des cerfs, qui aiment les courants et les vallées, se rencontrent partout. La seule brèche osseuse de Brengue, près de Figeac (Lot), a présenté jusqu'à 300 ossements se rapportant à 12 ou 15 individus de l'espèce renne, laquelle n'existe plus aujourd'hui que dans le Nord. La nombreuse famille des ruminants ne paraît avoir perdu que peu de genres et un petit nombre d'espèces, dont un tiers appartient au grand genre cerf; et probablement qu'il faudra beaucoup diminuer ce nombre des genres et des espèces perdues (1).

4° *Pachydermes*. Cochon, pécari, hippopotame, cheval, tapir, rhinocéros, daman, dugong, lamentin, éléphant, etc.; nous avons là des espèces marines et des espèces terrestres, mais toutes plus ou moins aquatiques.

Le dugong et le lamentin vivent dans l'eau, mais ils ont besoin du voisinage des terres, où ils paissent l'herbe comme les ruminants. La forme de leurs dents n'est réellement appropriée qu'au régime végétal, et les molaires du lamentin ressemblent, à s'y méprendre, à celles du tapir. Le lamentin peut très-bien vivre dans les eaux douces. Ces animaux ne peuvent

(1) En comptant les genres et les espèces nominales, il y aurait cinq genres et trente espèces environ perdus.

donc guère s'éloigner des rivages ; et après leur mort, ils peuvent être facilement entraînés par les eaux.

L'hippopotame vit de végétaux à l'embouchure des fleuves. Comme on lui donne la chasse pour avoir sa graisse, la seule espèce qui existe encore ne tarderait pas à disparaître si l'intérieur de l'Afrique était plus habité.

Le cheval peut vivre sur les montagnes, mais il préfère les plaines et les vallons qu'avoisinent les courants.

Le cochon et le pécari se nourrissent de végétaux et de racines qu'ils aiment à déterrer dans les lieux humides. Après le chien, le cochon est le genre le plus répandu ; il se trouve aussi, mais dégénéré, dans presque toutes les îles des divers archipels du Sud.

Le genre tapir habite les Indes et l'Amérique où la multiplication du bœuf le rend plus rare de jour en jour.

Le rhinocéros et l'éléphant vivent de végétaux près des courants.

Tous ces genres ont laissé dans le sein de la terre de nombreux restes de quelques-unes de leurs espèces éteintes ou vivantes, les espèces marines dans des dépôts marins ou d'embouchure, et les terrestres dans des couches de mélange ou d'eau douce.

La famille des pachydermes a fait des pertes considérables. Elle ne compte en ce moment que vingt et quelques espèces environ, réparties en sept ou huit grands genres ; autrefois, elle possédait dix ou douze grands genres et comprenait plus de soixante espèces, la plupart, autant ou plus aquatiques encore que le rhinocéros et l'éléphant, à en juger par les circonstances de leur gisement, car elles se sont rencontrées quelquefois dans des couches marines ou de mélange, dans l'argile plastique et dans les sables de la Touraine.

Ce groupe a donc perdu trois ou quatre grands genres et trente et quelques espèces environ, tandis que dans celui des ruminants on n'a encore constaté que l'anéantissement d'un très-petit nombre d'espèces et de genres, et toujours parmi ceux qui approchent le plus des eaux (1).

(1) Comme on pourrait objecter les espèces nominales et factices des paléontologues, que la science ne peut admettre, voici leurs nombres qui prouvent égale-

Quelle cause a fait disparaître les pachydermes et laissé sub-
sister les ruminants? S'il y avait eu des destructions violentes
générales, les ruminants auraient péri comme les pachyderm
C'est dans les mœurs et les habitudes des deux groupes q
faut chercher la raison de leurs différentes destinées. Les p
chydermes s'éloignent peu des vallées basses où les cour
font croître des herbes abondantes; ils sont de grandes
mensions, lourds, et ne peuvent que difficilement échapp
leurs ennemis; ils remontent devant eux le cours des rivi
et se trouvent à des latitudes qui ne leur conviennent plus,
meurent successivement. Leurs générations s'affaiblissen
quelque sorte avec les eaux qui fécondaient leurs vallées,
tarissent avec elles. Les ruminants, au contraire, peuvent
vre dans presque tous les climats, voilà ce qui explique l
conservation; ils peuvent se passer des cours d'eau, voilà
qui explique la rareté de leurs débris dans les couches du

5° *Rongeurs.* — La famille des rongeurs comprend le
gomys, le lièvre, le lapin, le porc-épic, le castor, la gerbo
la marmotte, le loir, la souris, le campagnol, le rat, le
d'eau, l'écureuil, et beaucoup d'autres animaux.

Les habitudes des genres de rongeurs sont assez diverses;
uns vivent sur les arbres, ou dans des terriers, ou sur des t
res sèches ou dans le creux des rochers, et n'ont pas bes
du voisinage des eaux.

Mais le castor ne saurait s'éloigner des courants, les rats
ment les lieux humides, et la plupart vivent sur le bord
fleuves et des rivières. Aussi ces deux derniers genres sont
aussi communs dans nos terrains que les autres y sont ra
On n'y a pas trouvé jusqu'ici de débris de polatouche, de m
motte, ni d'écureuil. La nombreuse famille des rongeurs a per
selon les paléontologistes, huit genres et cinquante espèces (1
sur ce nombre, dix-huit faisaient partie du genre *mus*, et q
tre, du genre castor; les autres, pour la plupart, appartenai
à des genres d'Amérique, dont les mœurs ne nous sont p

ment la thèse : dans les ruminants ils nomment trente espèces et cinq ge
perdus; dans les pachydermes, ils nomment cent espèces et vingt-deux gen
perdus.

(1) Nombre de genres et d'espèces qui devra être beaucoup réduit.

...mmes; cependant, on peut encore assurer de quelques-unes d'elles n'étaient pas moins aquatiques que le castor.

6° *Carnassiers.* — *Digitigrades* : Hyène, chacal, renard, ...n, loup, linx, guépar, jaguar, couguar, léopard, pan-...e, lion, chat, tigre, marte, civette, loutre, mouffette, glou-...; etc.

Plantigrades : Raton, blaireau, coati, ours, etc.

...omanx : Morse, phoque.

Insectivores : Hérisson, musaraigne, taupe, etc.

Chéiroptères : Roussettes, *vespertilio* ou chauve-souris pro-...ent dite, etc.

Plusieurs carnassiers sont aquatiques, comme le morse, le ...que, l'ichneumon, la loutre; les autres en général peuvent ...sser des eaux.

Comme les ruminants, ils supportent des climats très-diffé-...s. Mais les ruminants vont ordinairement par troupes plus ...moins nombreuses, tandis que les carnassiers vivent peu ...mble. Il faut qu'ils s'isolent, s'étendent pour trouver une ...ntité de proies vivantes qui suffise à leurs besoins. Mieux ...ndus que les ruminants et les pachydermes, ils peuvent ...r ou résister selon que l'exige l'intérêt de leur conserva-...n.

D'après ces habitudes on ne doit pas s'attendre à les trou-...r en grand nombre à l'état fossile. En effet, si l'on excepte ...yène, animal timide et peureux, vivant assez volontiers de ...ie morte qu'il va chercher aux bords des eaux, et l'ours ... paraît avoir existé autrefois en Europe en immense quan-..., les autres espèces ne se rencontrent que bien rarement. ...y a peu d'ossements fossiles de tigre, de panthère, de lion, ...renard, de chien proprement dit. On compte, il est vrai, ...viron trente-deux espèces de carnassiers fossiles, et qua-...te-cinq vivantes et fossiles, mais les espèces perdues appar-...nnent, en général, soit à un petit nombre de genres éteints ...i avaient, sans doute, des habitudes différentes, soit aux ...oupes les moins carnassiers et les moins bien protégés de la ...ille, aux hérissons, aux taupes, aux musaraignes, aux ...auves-souris.

7° *Primates* ou singes. Les singes vivent en troupes; ils se

nourrissent de fruits et il leur faut des pays où la fructification se renouvelle souvent; ils fuient les eaux. Dans ce moment ils habitent exclusivement les contrées chaudes de l'Asie, de l'Afrique et du Nouveau-Continent; il y en a aussi à Gibraltar. Ils ont rarement besoin de descendre auprès des eaux. On en connaît 155 espèces environ vivantes, et il n'y en a que huit ou neuf de fossiles, appartenant toutes à des espèces vivantes, à l'exception d'une qui constitue une espèce, peut-être un genre nouveau.

Les singes, les carnassiers et les rongeurs se sont rencontrés pour la plupart dans les cavernes à ossements, c'est-à-dire, comme nous l'avons vu, encore sur le passage d'anciens courants.

IV. *L'espèce humaine.*

Il est vrai que la coutume des Indiens, voisins du Gange, d'abandonner leurs morts au courant de leur fleuve sacré, est particulière à ces peuples, et que, suivant un usage universel et immémorial, la dépouille mortelle de l'homme, recueillie religieusement, est déposée dans le sein de la terre, ou conservée dans des lieux souterrains, ou consumée par les flammes du bûcher. Cependant les voyages de l'espèce humaine, ses combats, ses naufrages sur les différents bassins marins et d'eau douce, l'exposent assez souvent à l'entraînement des eaux courantes. Et quand même ses débris y périraient tout entiers, les produits des arts de l'homme, ses armes, ses ustensiles, ses ornements, faits de matières plus ou moins incorruptibles, les restes de ses pirogues et de ses navires submergés, doivent rester après lui, et témoigner de son ancienne existence sur le sol découvert. En effet, l'homme fossile avec des produits de son industrie a été observé sur plusieurs points de l'Amérique et dans presque tous les pays de l'Europe, quelquefois dans des couches marines et de mélange, et plus souvent dans des dépôts d'eau douce formés par des fleuves.

Comme le préjugé opiniâtre de la non-existence des fossiles humains est encore assez généralement répandu, nous allons donner le tableau des principales observations de fossiles humains.

Gisement des fossiles humains.

1° Amérique septentrionale, à Saint-Domingue, des sque-ttes humains avec produits de l'industrie humaine, dans un caire marin récent.

2° A la Guadeloupe, squelettes humains avec flèches, gments de poterie, etc., dans un calcaire marin extrê-ment dur.

3° Ile de San-Lorenzo, dans une couche marine, des frag-nts de fil de coton, du jong tressé, la tête d'une tige de blé Turquie.

4° Le sol de remblai de l'État de Tuessée a montré aussi des ements humains.

5° Amérique méridionale, dans les cavernes à ossements du ésil, un crâne humain avec des animaux d'espèces éteintes.

6° Europe. — France : les cinq cavernes de Bize, près Nar-nne (Aude), ont fourni des dents et des ossements humains, c poterie, os travaillés, antilopes, etc., animaux perdus dans couches de galets, d'argile calcaire rouge.

7° A huit ou neuf lieues de distance des cavernes de Bize, on contre celle de Sallelès-Cabardès, dans le vallon de la Celse, partement de l'Aude. Dans cette caverne, avec des galets et os d'animaux perdus et d'espèces vivantes, on trouve des ements humains et des fragments de poterie.

8° La caverne de la contrée de Miollet sur le Gardon, près Anduse, département du Gard, se compose de deux galeries acées l'une au-dessus de l'autre. Dans la galerie inférieure t un enduit stalagmitique sous lequel se trouvent les os hu-ains mêlés avec ceux d'animaux encore vivants ; ils sont con-nus dans un limon durci, sablonneux, semblable à celui que arrie le Gardon encore aujourd'hui.

Dans l'autre galerie le limon diffère un peu ; il est plus onc-tueux, plus coloré, la couche en est plus épaisse et les os hu-ains y sont plus brisés. Dans cette vase on a observé des tes d'ours mêlés confusément avec ceux de cerf, de chevaux, urochs, de poterie et d'ossements humains.

Dans une cavité de la galerie inférieure, on avait première-

ment trouvé deux crânes humains mêlés à des os d'ours; puis, à peu de distance, on trouva une petite statue romaine et six bracelets de cuivre; enfin on trouva dans cette même couche d'argile des os et des dents travaillés de main d'homme.

Ces découvertes sont en grande partie dues à M. Marcel de Serres; elles prouvent, à n'en pas douter, que ces cavernes se sont remplies dans nos temps historiques, et même dans notre ère, et que, par conséquent, les phénomènes géologiques se continuent toujours; ce qui ne laisse pas que d'embarrasser un peu les partisans des révolutions et de l'habitation des cavernes.

9° Près de Pondres, département du Gard, à deux lieues de la caverne de Lunel-Vieil, existe une autre caverne ouverte dans le même calcaire moellon; le sol en est formé par un sédiment terreux, arénacé; il renferme des os brisés et des coprolithes. M. de Christol a extrait de la couche limoneuse du sol la plus basse un fragment de poterie.

10° M. Dumas a trouvé à Sommières une dent molaire humaine dans le sédiment stalagmitique. Le limon contenait encore des os d'un homme d'une grande taille avec des animaux perdus et vivants.

11° Dans la caverne de Sauvignargues, à une demi-lieue de celle dont on vient de parler, M. de Christol a trouvé des ossements de bœuf, de cerf et d'homme presque à la surface du sol.

12° Un squelette humain a été trouvé dans un travertin qui continue de se former à Saint-Martial près de Martres-de-Veyre (Puy-de-Dôme).

13° Un tibia humain dans une couche d'atterrissement, au levant de l'ancienne Gergovia.

14° En Italie, des fragments de sculpture, de poterie, des restes de bâtiments, dans des strates marines, à Pouzzoles, près de Naples.

En Belgique, dans la province de Liége, sur les deux rives de la Meuse, près d'Engiboul, et sur les bords de la Vesdre, près de Gaffontaine, existent plusieurs cavernes.

15° Les os humains que Tiedmann a déterminés d'une manière bien certaine existent dans presque toutes les cavernes des rives de la Meuse, mêlés à des os d'animaux d'espèces perdues. On y a trouvé entre autres deux crânes humains. Ces os

humains étaient absolument dans les mêmes circonstances et au même degré de conservation que ceux des animaux perdus; tout prouve que les uns et les autres avaient été transportés.

16° Il en est absolument de même des cavernes sur la rive droite de la Vesdre; les ossements humains s'y trouvent dans les mêmes circonstances. Les ossements humains des cavernes de Liége peuvent se rapporter à six individus différents.

17° En Suède, divers ouvrages d'art et des débris de vaisseaux dans des couches de marne et de sable marin, près de Stockholm.

18° Saxe; dans des brèches osseuses de Saxe, les fossiles humains sont accompagnés d'os de rhinocéros, de coquilles d'eau douce, etc.

19° M. Boué a trouvé, en 1822, de l'autre côté de l'Aar, dans le pays de Bade, des os humains placés à diverses hauteurs et dans des endroits où rien ne pouvait faire supposer l'existence d'un cimetière.

20° Le même observateur a fait connaître d'autres crânes humains que le comte de Razoumowski a trouvés à Bade, près de Vienne, mêlés à des ossements d'animaux d'espèces perdues, ou qui vivent maintenant dans les régions équatoriales.

21° Des ossements humains, avec d'autres fossiles d'espèces perdues, ont été trouvés, à diverses profondeurs, dans une caverne gypseuse de la vallée étroite de l'Elster, qui s'étend de Köschwitz jusqu'à Kostritz, non loin de Gera.

22° D'autres os, tant de l'espèce humaine que d'espèces mammifères, ont été trouvés aussi à la surface au-dessus de la formation gypseuse; les os humains se trouvaient mêlés à des espèces perdues et à des espèces vivantes, entre autres un coq domestique. Or, le coq domestique est un animal très-nouvellement connu; Homère ni Hésiode n'en ont point parlé.

23° On a encore trouvé entre Messen et Dresde des ossements humains placés dans les mêmes circonstances qu'à Kostritz.

24° Des ossements et des squelettes humains ont été aussi trouvés dans quelques cavernes d'Angleterre; ainsi dans les cavernes de Glamorgand, les fossiles humains sont associés à des os d'éléphants, de rhinocéros, etc., et accompagnés de divers

produits d'arts, tels que poterie, aiguilles en os, haches et couteaux en silex.

25° Diverses parties de l'Allemagne, entre autres la vallée du Danube, ont offert des crânes semblables à ceux découverts par M. Boué, et placés à diverses hauteurs.

Certains partisans des révolutions, Cuvier lui-même, ont voulu expliquer la présence de ces crânes dans les couches du sol, en prétendant que les lieux où on les a trouvés étaient d'anciens cimetières de peuples inconnus. « C'est une manière comme une autre, dit justement Linck, de sortir de l'embarras que les conséquences de pareils faits opposent aux révolutions. Mais qui peut croire à de tels cimetières dans des couches superposées, contenant des débris d'animaux, etc., et dans tant de lieux éloignés les uns des autres? croira qui voudra! »

26° Enfin plusieurs des animaux perdus, surtout des herbivores, se retrouvent constamment dans les tourbières et très souvent avec des produits de l'industrie, des squelettes humains et quelquefois avec des cadavres couverts de vêtements extraordinaires dont la chair est devenue savonneuse, des tiges et des graines de plantes qui croissent dans nos tourbières ou marais identiquement les mêmes et sans la moindre modification (1).

Nous n'avons pas recueilli tous les gisements de fossiles humains, et cependant dans les seuls que nous venons d'indiquer on doit, en ne tenant compte que des ossements, sans parler des débris de l'industrie, évaluer au minimum à soixante quelques individus de notre espèce, les ossements fossiles trouvés dans ces gisements.

Il est donc bien démontré qu'il y a des fossiles humains, qu'ils se rencontrent avec des animaux qui n'existent plus et qui avaient été considérés comme d'une autre création; mais en même temps il est aussi prouvé que les fossiles humains ne sont qu'un accident exceptionnel, comme tous les fossiles animaux.

De tous les faits géologiques connus jusqu'à ce jour, et que nous venons de résumer, il suit que les mœurs et les habitudes

(1) Linck, *le Monde primitif*, t. I, p. 146. Trad. de Mullet.

des espèces fossiles de nos couches d'eau douce et de mélange, presqu'exclusivement analogues aux espèces vivantes qui se tiennent dans nos fleuves actuels ou dans leur voisinage, démontrent donc, tout aussi bien que les circonstances générales et particulières des gisements, que les espèces n'ont pas péri par des inondations générales, ou par suite de leur enfouissement sur place et subit; mais que l'enfouissement n'a fait que suivre de près ou de loin la mort des animaux et des végétaux entraînés par des eaux continentales. Sans doute il y a quelques exceptions à cette loi générale du transport, mais elles trouvent leur explication dans les circonstances mêmes du gisement ou dans la nature des êtres; ainsi les gisements de poissons, de polypiers, d'huîtres, etc.

Nous avons donc à recueillir encore ici deux grands traits d'analogie entre les effets des causes anciennes et ceux des causes actuelles.

Les causes anciennes faisaient ce que nous voyons faire chaque jour à nos fleuves et à nos rivières, qui soulèvent et entraînent les débris des êtres morts sur leurs berges.

L'étude des fossiles nous a fait voir en outre que les couches les plus puissantes qu'aient produites les causes anciennes sont en général des dépôts d'embouchures, et nous pouvons juger par la quantité des matériaux que nos fleuves transportent à la mer, que leurs plus grands dépôts se forment également à leurs débouchés. Cela se fait plus ou moins lentement, lit par lit, soit de la part des mers, soit de la part des fleuves, comme cela s'est fait à toutes les époques.

Par tout ce qui précède il est rigoureusement prouvé que les êtres fossiles en général n'ont pas vécu sur le sol où se trouvent leurs débris, et qu'ils ont pu être apportés de divers points fort différents comme l'ont été les sédiments eux-mêmes. Ce résultat est important pour les conséquences que l'on en peut déduire.

Si les êtres ont vécu dans les lieux ou près des lieux où gisent leurs dépouilles, il faut chercher et trouver dans ces lieux mêmes les conditions de leur existence; or, tous les faits géologiques connus jusqu'à ce jour démontrent que ces conditions d'existence ne peuvent s'être rencontrées dans les lieux

du gisement des fossiles. Au contraire, si les êtres ont vécu plus ou moins loin de leur gisement actuel, comme on ne peut en douter, on n'est plus dans l'obligation d'y trouver ces conditions d'existence; on ne peut plus rien conclure sur l'ancienne température, ni sur la faune et la flore des localités où l'on rencontre leurs débris.

Du moment que le transport est démontré, il faut admettre qu'une foule de circonstances peuvent faire que l'on ne trouve pas tel ou tel être à l'état fossile; que la fossilisation est une rare exception à la loi générale qui fait disparaître à la longue les dernières traces de la vie. Aucun des êtres qui ont péri à la surface de la terre, sur tous les points qui n'étaient pas en contact avec des eaux courantes, n'a pu devenir fossile; nous ne pouvons espérer de rencontrer que quelques faibles restes des animaux et des végétaux qui ont vécu dans le voisinage des courants, et encore des courants qui tenaient en suspension des substances minérales et qui formaient des dépôts.

Les êtres mêmes qui, par leur genre de station ou par leurs habitudes, se sont trouvés dans des conditions favorables à l'entraînement, n'ont pas tous été conservés sous les eaux par les sédiments qui les avaient enveloppés. Mille circonstances peuvent influer sur la conservation ou la disparition des débris organiques dans les couches du sol. Les argiles et en général les sédiments fins conservent mieux leurs fossiles que les grès ou les sables dont les grains sont plus grossiers; dans les sables qui n'ont point reçu de ciment ou qui sont restés longtemps meubles, les corps organisés peuvent disparaître sans laisser aucune empreinte, etc.; enfin, nous ne devons pas croire que nous connaissions toutes les espèces fossiles que le sol renferme : les géologues n'ont observé que des couches exploitées dans un autre intérêt que celui de la science. Tout est donc exceptionnel dans les êtres fossiles, leur découverte, leur conservation et leur fossilisation elle-même.

Ainsi, 1°, contrairement à l'opinion de plusieurs géologues, les végétaux fossiles n'offrent aucune base pour établir la proportion numérique des espèces des différentes classes aux différentes époques du sol, chaque époque n'ayant pu offrir à l'état fossile que l'imperceptible minorité des espèces qui habitaient

alors la terre. L'absence complète, dans les terrains anciens, de certaines classes ou familles très-nombreuses aujourd'hui, si étonnante qu'elle fût pour le botaniste, ne serait pourtant qu'un fait simplement négatif; elle ne prouverait nullement que les espèces de ces classes ou de ces familles n'existaient pas encore sur la terre; elle n'indiquerait même pas leur rareté; elle indiquerait tout au plus la rareté des espèces fluviatiles dans les pays qui ont été suffisamment étudiés, s'il en est; encore ne l'indiquerait-elle pas avec certitude; car, si ces végétaux, par leur genre de station, n'avaient pu se trouver, par exemple, que dans des dépôts de rivage, et que ces dépôts eussent été détruits par l'action postérieure des eaux, quelque nombreux qu'eussent été ces végétaux en individus et en espèces, il n'en resterait probablement aucune trace dans le sol.

Mais dans un terrain qui ne se composerait que d'une ou deux formations, cette absence de végétaux fossiles serait encore moins significative, car elle pourrait tenir à certaines circonstances locales, à l'origine des dépôts, au genre de station des végétaux, à la destruction des couches qui les contenaient, à l'exploitation plus ou moins générale de ces formations, car ce n'est que l'exploitation du sol qui nous fait connaître ce qu'il renferme.

2° Ainsi, contrairement encore à l'opinion de Georges Cuvier et de plusieurs géologues, on ne peut pas admettre qu'il n'y aurait eu qu'un seul mammifère terrestre avant le dépôt des terrains tertiaires, parce que les terrains plus anciens n'auraient offert, jusqu'à ce moment, que le mammifère jurassique des couches de Stonesfield. Cependant Cuvier est allé plus loin encore; sur un peu plus de cent espèces prétendues d'animaux tertiaires dont il a parlé, onze ou douze ont, d'après lui-même, une ressemblance si absolue avec les espèces vivantes, que l'on ne peut guère conserver de doute sur leur identité (1); et plusieurs de ces dernières sont associées, dans leur gisement, avec des espèces que Cuvier regarde comme perdues. Malgré ces faits incomplets, et dont il a diminué la valeur, ce savant auteur affirme, sans hésiter, que les espèces vivantes n'ont paru

(1) Cuvier, *Discours*, etc.

sur les parties de la terre où nous les trouvons qu'après la destruction des espèces éteintes, et il considère les découvertes qui combattent ses conclusions comme des *cas particuliers*, des exceptions sans importance à la règle générale, *de petites difficultés partielles qui ne sauraient arrêter ceux qui embrasseront comme lui l'ensemble des phénomènes* (1). Comme s'il était permis de considérer les 100 espèces dont il a parlé comme représentant la faune contemporaine des terrains tertiaires; comme si ces onze ou douze espèces encore vivantes (pour ne rien dire de toutes celles que l'étude et le temps sont venus ajouter à ce nombre), ne suffisaient pas pour arrêter des conclusions générales; et « comme s'il était rationnel et sage d'appliquer avec assurance à toute la surface du globe un ordre de choses qui n'a réellement été bien observé que dans l'hémisphère boréal, et que sur quelques points qui ne représentent pas la millième partie de cette surface (2). »

3° Enfin, il résulte de l'étude approfondie des gisements fossilifères comme de la saine logique, que, quand même on ne rencontrerait aucun débris végétal, ni animal, dans aucun terrain, cela ne prouverait qu'une seule chose, à savoir, qu'aucun végétal et qu'aucun animal ne s'est trouvé dans les circonstances nécessaires à la fossilisation. Depuis quand, en effet, est-il permis de conclure que Pékin n'existe pas, parce que Pékin n'est pas à Paris? depuis quand est-il permis de conclure qu'il n'y a ni animaux, ni végétaux, ni hommes sur aucun point de la terre, parce que les sables brûlants des déserts de l'Afrique sont inhabités? Telle est pourtant la logique des géologues qui ont prétendu que tous les êtres dont ils ne trouvaient pas de débris fossiles, n'existaient pas aux époques où les terrains dont ils ont étudié un petit coin, la millionième partie, ont été déposés. Ce qui étonne, c'est que cette absence de tout raisonnement ait séduit un si grand nombre d'esprits.

(1) Cuvier, *Discours*.— Il faut convenir que des animaux encore vivants et qui ont existé dans les prétendues créations antérieures par *exception*, qui ont échappé aux destructions prétendues générales, par *exception*, sont au moins des *exceptions* fort singulières : des créatures *exceptionnelles* n'existent pas et ne peuvent même pas exister.

(2) Cuvier. *Discours*.

On ne connaît que quelques points superficiels des terrains primaires, secondaires et tertiaires ; de ce qu'on n'a pas trouvé certains animaux fossiles dans ces quelques points, il n'est nullement permis d'en conclure qu'ils ne peuvent se rencontrer dans aucun point de ces mêmes terrains. Une telle conclusion ne sera légitime que quand on aura remué et, pour ainsi dire, tamisé tous les terrains jusque dans leurs derniers détails ; car enfin rien n'empêche que dans le seul pied carré d'un terrain sédimenteux quelconque, qu'on n'aurait pas fouillé, il ne se trouve justement un fossile qui vienne renverser toute la conclusion ; cela est déjà arrivé tant de fois que notre raisonnement se trouve démontré par les faits, quand même il ne le serait pas par le simple bon sens.

L'absence de n'importe quel fossile dans un terrain quelconque, ne prouve donc absolument rien, pour la non-existence d'aucun être à l'époque où ce terrain a été formé.

Il en est autrement de la présence d'un seul fossile dans une formation ou un terrain quelconque. La présence d'un seul végétal terrestre, d'un seul animal terrestre, prouve l'existence de tous les autres à l'époque de son dépôt. En effet, nous avons démontré qu'il y a une loi de conditions d'existence harmoniques entre les végétaux et les animaux, entre les diverses classes d'animaux entre elles, qui ne permet pas que les uns puissent exister sans les autres, quand on les considère dans leurs grands groupes, ce qui n'est pas toutefois pour des parties de ces groupes.

Or, ce grand principe, résultat de nos études antérieures, va être confirmé par la géologie même.

LEÇON XV.

ART. VIII. — *A aucune époque les êtres n'ont été totalement détruits, et la vie n'a jamais été interrompue sur la terre, depuis qu'elle y existe.*

Nous avons vu que les argiles et les grès étaient en général le produit des fleuves, et les calcaires, celui des mers; or, depuis les roches sédimenteuses les plus profondes, celles changées en schistes cristallins, jusqu'au sol alluvial, qui continue encore à se déposer, tous les ordres de terrain sans exception, et jusque dans les divisions les moins importantes, présentent des dépôts argileux, arénacés et calcaires. Il y a donc toujours eu des mers et des fleuves, et, par conséquent, des terres découvertes.

L'alternance de ces trois sortes de roches est si constante et si bien suivie, qu'elle suffirait pour prouver que les mers n'ont jamais occupé *à demeure* et à la fois tous les points du globe (1).

Mais c'est la liaison intime et le nombre des couches alternantes, c'est leur engrenage pour ainsi dire, c'est l'analogie profonde des couches de même nature dans les différents bassins, etc., qui nous ont abondamment et rigoureusement prouvé qu'il n'y a point eu séjour répété de la mer sur nos continents, au moins d'une manière générale.

D'un autre côté, les fossiles sont venus nous démontrer que

(1) Le déluge dont Moïse nous a conservé la tradition, ne fut pas une occupation à demeure de la terre sèche par les eaux. Il ne la couvrit totalement ou en partie que durant 150 jours (Gen. VII, 24). Il ne détruisit ni les animaux marins, ni les animaux lacustres et fluviatiles; un nombre prodigieux d'animaux terrestres dut être englouti. Moïse nous apprend comment les espèces furent conservées au moins pour la plupart. Il y a d'ailleurs bien d'autres observations à faire sur ce grand phénomène, qui n'est pas en question.

les êtres qu'ils représentent n'ont point péri par suite de submersions générales ou locales.

De tous ces faits il résulte que ces occupations réitérées de nos continents par les mers, imaginées pour expliquer les phénomènes et en particulier l'anéantissement des espèces dites perdues, non-seulement n'ont pas eu lieu, mais encore qu'elles n'expliquent absolument rien, et qu'il était d'autant plus inutile d'y recourir que l'hypothèse est fausse dans sa généralité.

L'histoire de la paléontologie, la répartition des espèces dans les différents terrains, ne permettent pas de supposer qu'à certaines époques, et avant leur enfouissement, les plantes et les animaux aient péri entièrement, victimes d'un manque d'air ou d'eau, d'une température trop élevée ou trop basse, enfin de milieux trop variables pour que la vie pût se continuer sans interruption. Mais parce que cette idée de révolutions générales qui auraient détruit à plusieurs reprises des créations antérieures et préparé la terre pour des créations nouvelles, existe dans les livres de plusieurs savants distingués, ou défendue par leur nom bien plus que par leurs écrits subséquents ou leur enseignement oral, et qu'elle peut exercer une influence en quelque sorte posthume sur l'esprit de ceux qui n'ont pas suivi la direction que les faits plus nombreux et mieux jugés ont donnée à la science depuis quelques années, que nous croyons devoir insister sur la répartition des fossiles dans les divers terrains, afin de montrer que ces révolutions, si elles ont eu lieu, et quelles qu'elles aient été, n'ont pas détruit tous les êtres qui vivaient aux époques où elles se seraient opérées, et que le flambeau de la vie une fois allumé sur la terre ne s'y est jamais éteint complétement.

Parmi les faits que l'on peut invoquer, c'est d'abord la présence d'espèces éteintes et d'espèces vivantes à tous les étages des terrains.

A en croire même les paléontologistes sans principes de spécification, ils ont trouvé qu'en divisant le sol tertiaire en cinq groupes ou périodes, la première, formée des dépôts les plus anciens, renfermerait environ 10 pour cent de coquilles vivantes ; la seconde, 26 pour cent ; la troisième, 30 pour cent ; la quatrième, de 50 à 60 pour cent ; et la dernière, ou la plus

superficielle, de 90 à 95 pour cent. Mais il faut se rappeler que ces proportions sont tout aussi arbitraires que les principes d'après lesquels on les a déterminées, et que plus on étudie les terrains et les fossiles, plus le nombre des espèces vivantes augmente, tandis que celui des espèces prétendues éteintes diminue.

Cependant, dans l'état actuel de la science, à mesure que l'on se rapproche de notre époque, les espèces vivantes deviennent plus nombreuses dans le sol tertiaire, et à mesure que l'on s'en éloigne, les espèces éteintes s'augmentent. Les cinq périodes offrent donc chacune des espèces perdues et des espèces encore vivantes, et il n'y a de différence que dans les proportions numériques entre les espèces vivantes et éteintes des différentes périodes. Si, au lieu de diviser par groupes, on divise par formations ou même par roches, on trouvera également un certain nombre d'espèces perdues qui s'arrêtent à chacune d'elles et ne reparaissent plus dans les formations ou dans les roches qui leur sont supérieures.

Les terrains secondaires et primaires présentent cette même distribution de leurs fossiles. Chaque étage renferme un certain nombre d'espèces qui lui sont propres et dont les géologues ont voulu se servir souvent pour le caractériser (1). Ce que nous disons en ce moment des coquilles, il faut l'entendre aussi des polypes, des crinoïdes, des échinides, des crustacés, des poissons, des reptiles, des plantes, en un mot, des êtres organisés de toutes les classes. Bien entendu aussi qu'il ne faut entendre cette caractéristique des terrains que sous bénéfice d'inventaire, comme résultat unique de l'observation d'une très-minime partie du sol, résultat qui peut changer d'un jour à l'autre en découvrant de nouveaux fossiles, et qui a, en effet, changé et change tous les jours, à mesure que l'étude devient plus approfondie.

Si donc, d'après les faits connus, on veut expliquer la destruction des espèces éteintes par des révolutions du globe, il en faut admettre autant qu'il y a d'étages dans les terrains ; il en faut admettre à tous les points de la série des terrains, puis-

(1) Voir l'ouvrage intitulé : *Description des coquilles caractéristiques des terrains*, par J.-P. Deshaies.

qu'à tous les points nous voyons des espèces en nombre plus ou moins considérable qui disparaissent sans retour.

Il y a plus, dans ces étages, dans ces mêmes lits où des espèces finissent, d'autres se montrent pour la première fois et se font voir encore dans des couches supérieures, et ces associations d'espèces qui disparaissent, et d'espèces qui les remplacent et leur survivent, sont un phénomène général dans la faune et la flore fossiles. Les mêmes révolutions qui auraient anéanti les unes, auraient donc épargné les autres, quoiqu'elles habitassent le même pays ou des pays assez rapprochés, puisque leurs débris ont été apportés et déposés par le même courant.

Aux points où le sol de sédiment a été divisé par les géologues en terrains primaires, secondaires et tertiaires, ce sol offre-t-il au moins des traces évidentes de ces catastrophes générales auxquelles les hypothèses gratuites ont si souvent livré la terre? Nullement; ces divisions les plus générales de toutes sont cependant plus ou moins arbitraires; tous les géologues en conviennent. Le passage des terrains secondaires aux tertiaires, par exemple, est souvent imperceptible, il y a une oscillation de mélange des substances qui les constituent, une sorte d'engrenage au-dessus et au-dessous duquel on peut seulement reconnaître et distinguer les terrains secondaires des tertiaires ; il en est de même de tous les terrains. Bien plus, les géologues sont loin de s'accorder sur ces divisions ; les uns attribuent aux terrains primaires ce que d'autres attribuent aux secondaires ; ceux-ci font des terrains tertiaires de ce que d'autres rangent dans les secondaires ; tant il est vrai que ces divisions sont purement arbitraires. Aussi, ces grandes divisions ne correspondent pas davantage à un changement subit des genres et des espèces ; immédiatement au-dessus des points où les géologues ont généralement divisé, les dernières couches de chaque groupe n'indiquent point, par l'abondance et la diversité de leurs fossiles, qu'un monde ancien vient d'être détruit, et qu'elles sont comme le tombeau de toutes les populations de ses terres, de ses fleuves et de ses mers. Rien ne prouve, par exemple, que l'événement qui déplaça une partie considérable des eaux de la mer, après le dépôt de la craie blanche,

ait anéanti tous les êtres préexistants; cette formation ne renferme pas plus d'espèces perdues que les étages moyen et inférieur du terrain crétacé. La physionomie de ses fossiles est même beaucoup plus uniforme, il n'y a là en général que des êtres qui ont vécu dans des eaux profondes. D'ailleurs, si la catastrophe qui a permis que des depôts de rivage, tels que le calcaire grossier, vinssent reposer immédiatement sur un dépôt pélagien, avait été une révolution générale et destructive, la création spontanée dont elle aurait été suivie, ne se montrerait pas, dès les premières couches des terrains suivants, aussi féconde en espèces et en individus; ces premières couches n'offriraient pas tous les êtres que renferme l'époque tertiaire dans sa totalité; et tous les fossiles tertiaires devraient différer par le genre et l'espèce des fossiles crétacés et des espèces de la nature vivante. Les faits sont pourtant tout autres, puisqu'il y a un grand nombre d'identiques et plus encore d'analogues.

De cette vue d'ensemble descendons aux détails, en prenant séparément le règne végétal et ensuite certaines classes du règne animal; nous y trouverons la preuve des faits généraux que nous venons d'énoncer; nous trouverons aussi que la vie s'est toujours conservée non-seulement sous une forme quelconque, mais sous toutes les principales formes que nous lui voyons dans ce moment sur la terre.

I. *Végétaux.*

A toutes les époques, il y a eu des végétaux sur la terre sèche. L'existence de plantes terrestres fossiles en quantité variable dans tous les dépôts un peu importants du sol, est un fait qui ne saurait plus être contesté. La dénomination de *formations pélagiques et sans plantes terrestres*, que M. Brongniart avait cru devoir donner au zechstein, au muschelkalk, et au terrain crétacé, n'est pas admise dans la science. Maintenant il est établi par M. Brongniart lui-même et par d'autres botanistes, que les végétaux terrestres ne sont étrangers à aucun de ces étages, et qu'ils abondent surtout dans le grès crayeux de Schona en Saxe, de Tetschen en Bohême, etc. Le dépôt pélagique de la craie des plaines ne renferme, il est vrai, qu'un petit nombre

de bois flottés, mais celle des Alpes fourmille de débris de plantes terrestres et offre même des lignites.

Les botanistes demandaient d'abondants restes de plantes même à des dépôts qui se sont formés dans une mer profonde, et peut-être en partie au moyen de matières fournies par des sources minérales. Comment pourrait-on raisonnablement en attendre à un assez grand éloignement des continents ou des îles, lorsque la nature des sédiments si pauvres en matériaux empruntés des terres découvertes, montre clairement que ces dépôts ont eu lieu dans un temps de repos et non de charriage? Au contraire, les plantes fossiles abondent là où il y a des matières arénacées ou argileuses, où l'on voit encore des marques de grandes débâcles venant des terres découvertes.

Quant au *muschelkalk* et au *zechstein*, ne renfermassent-ils que des plantes marines, cela ne prouverait pas une immersion contemporaine de tout le sol; la mer n'était pas partout, puisque ces dépôts sont bien loin de former sur tout le globe une croûte continue. Cela ne prouverait pas même que les parties du sol découvert voisines de ces dépôts étaient alors dépourvues de végétaux, puisqu'il y a des espèces de plantes terrestres qui passent des couches qui leur sont inférieures dans celles qui leur sont supérieures, et qui vivaient par conséquent aux époques où ces terrains ont été produits. Voici quelques exemples de ces passages :

Dans la famille des équisétacées ou presles, l'*equisetum Mougeotii* se montre dans le grès bigarré et dans le keuper de Marmoutier (Bas-Rhin). L'*equisetum arenaceum* du grès bigarré de Wasselonne et de Marmoutier reparaît, d'après M. Berger, dans le keuper de Cobourg, et aussi dans celui du canton de Bâle, d'après M. Mérian.

Parmi les fougères, le *clathropteris meniscioïdes* passe du grès bigarré des Vosges à Ruaux et à Saint-Etienne, près La Marche (Vosges), dans le keuper et dans le grès du lias de Hor en Scanie; ces trois plantes existaient donc aussi à l'époque du muschelkalk, qui est intermédiaire aux terrains qui les contiennent.

Le *sigillaria reniformis* s'observe dans le terrain houiller de Mons, d'Essen et d'Angleterre, puis, d'après MM. Lindley et Hutton, dans le grès du keuper de Gotha.

sur les parties de la terre où nous les trouvons qu'après la destruction des espèces éteintes, et il considère les découvertes qui combattent ses conclusions comme des *cas particuliers*, des exceptions sans importance à la règle générale, *de petites difficultés partielles qui ne sauraient arrêter ceux qui embrasseront comme lui l'ensemble des phénomènes* (1). Comme s'il était permis de considérer les 100 espèces dont il a parlé comme représentant la faune contemporaine des terrains tertiaires; comme si ces onze ou douze espèces encore vivantes (pour ne rien dire de toutes celles que l'étude et le temps sont venus ajouter à ce nombre), ne suffisaient pas pour arrêter des conclusions générales; et « comme s'il était rationnel et sage d'appliquer avec assurance à toute la surface du globe un ordre de choses qui n'a réellement été bien observé que dans l'hémisphère boréal, et que sur quelques points qui ne représentent pas la millième partie de cette surface (2). »

3° Enfin, il résulte de l'étude approfondie des gisements fossilifères comme de la saine logique, que, quand même on ne rencontrerait aucun débris végétal, ni animal, dans aucun terrain, cela ne prouverait qu'une seule chose, à savoir, qu'aucun végétal et qu'aucun animal ne s'est trouvé dans les circonstances nécessaires à la fossilisation. Depuis quand, en effet, est-il permis de conclure que Pékin n'existe pas, parce que Pékin n'est pas à Paris? depuis quand est-il permis de conclure qu'il n'y a ni animaux, ni végétaux, ni hommes sur aucun point de la terre, parce que les sables brûlants des déserts de l'Afrique sont inhabités? Telle est pourtant la logique des géologues qui ont prétendu que tous les êtres dont ils ne trouvaient pas de débris fossiles, n'existaient pas aux époques où les terrains dont ils ont étudié un petit coin, la millionième partie, ont été déposés. Ce qui étonne, c'est que cette absence de tout raisonnement ait séduit un si grand nombre d'esprits.

(1) Cuvier, *Discours*.— Il faut convenir que des animaux encore vivants et qui ont existé dans les prétendues créations antérieures par *exception*, qui ont échappé aux destructions prétendues générales, par *exception*, sont au moins des *exceptions* fort singulières : des créatures *exceptionnelles* n'existent pas et ne peuvent même pas exister.

(2) Cuvier, *Discours*.

On ne connait que quelques points superficiels des terrains primaires, secondaires et tertiaires; de ce qu'on n'a pas trouvé certains animaux fossiles dans ces quelques points, il n'est nullement permis d'en conclure qu'ils ne peuvent se rencontrer dans aucun point de ces mêmes terrains. Une telle conclusion ne sera légitime que quand on aura remué et, pour ainsi dire, tamisé tous les terrains jusque dans leurs derniers détails; car enfin rien n'empêche que dans le seul pied carré d'un terrain sédimenteux quelconque, qu'on n'aurait pas fouillé, il ne se trouve justement un fossile qui vienne renverser toute la conclusion; cela est déjà arrivé tant de fois que notre raisonnement se trouve démontré par les faits, quand même il ne le serait pas par le simple bon sens.

L'absence de n'importe quel fossile dans un terrain quelconque, ne prouve donc absolument rien, pour la non-existence d'aucun être à l'époque où ce terrain a été formé.

Il en est autrement de la présence d'un seul fossile dans une formation ou un terrain quelconque. La présence d'un seul végétal terrestre, d'un seul animal terrestre, prouve l'existence de tous les autres à l'époque de son dépôt. En effet, nous avons démontré qu'il y a une loi de conditions d'existence harmoniques entre les végétaux et les animaux, entre les diverses classes d'animaux entre elles, qui ne permet pas que les uns puissent exister sans les autres, quand on les considère dans leurs grands groupes, ce qui n'est pas toutefois pour des parties de ces groupes.

Or, ce grand principe, résultat de nos études antérieures, va être confirmé par la géologie même.

II. *Animaux.*

Avant de parler des animaux marins, nous remarquerons que les êtres terrestres et fluviatiles sont les seuls que des irruptions des mers sur la surface entière des continents auraient pu détruire totalement. Cependant il y a aussi des espèces perdues parmi les animaux marins. S'il ne s'agissait, en effet, comme Georges Cuvier le donne à entendre, que de la disparition d'un petit nombre de coquilles, on pourrait supposer avec lui qu'elles ont péri par des causes accidentelles, ou qu'elles existent vivantes dans des endroits où nous n'avons pas su encore les découvrir; mais la classe des mollusques compte à elle seule plus d'espèces perdues que toutes les autres prises ensemble, et si l'on y ajoute toutes celles des autres classes, comme les polypes, les crinoïdes, les échinides, les crustacés, les poissons, les mammifères et les végétaux marins, on trouvera sans doute qu'au lieu de paraître exclusivement préoccupé des plus grandes organisations terrestres, et de scinder le phénomène, après en avoir rappetissé les proportions, il eût été plus philosophique de l'embrasser dans son ensemble, et de rechercher une cause véritablement générale et capable d'agir à la fois sur les eaux de la mer et des fleuves comme sur le sol découvert. Cette recherche d'une cause unique aurait dû paraître d'autant plus convenable à l'auteur du *Discours sur les révolutions du globe*, que l'extinction des espèces marines et terrestres se montre parallèle et synchronique dans les couches de la terre. Cette cause, plus générale que ne pourrait être l'action des eaux de la mer, est complexe; d'abord la température qui paraît avoir été autrefois plus égale et plus uniforme à de grandes distances, et avoir varié au moins localement pendant que les terrains se déposaient; mais ces variations ont été lentes et graduelles; et ni les monuments historiques, ni ceux du sol, ne peuvent être appelés en témoignage d'un changement subit, général, et destructeur de tous les êtres, puisque non-seulement les continents voisins des mers dont on a pu étudier les dépôts, mais ces anciennes mers elle-mêmes, ont toujours été peuplées. Une autre cause est la formation des terrains ex-

mêmes, qui, en comblant les bassins des mers, ont changé le niveau des eaux; il faut y rattacher le comblement du lit des grands fleuves; les variations dans les falaises des rivages des mers, qui ont amené des variations analogues dans les expositions des baies au soleil et aux vents; la multiplication de l'homme, la destruction des bois, des forêts, et, par suite, le tarissement des grands cours d'eau. A tout cela il faut joindre l'action jamais interrompue de la cause ignée, soit dans le bassin des mers, soit sur la terre sèche. C'est dans l'ensemble de toutes ces causes qu'il fallait chercher la raison des phénomènes géologiques, et spécialement celle de la disparition des animaux perdus, qui ne sont évidemment point les victimes de destructions universelles.

En effet, ce qui est certain pour les végétaux terrestres ne l'est pas moins pour les animaux marins. Ces derniers sont représentés dans tous les dépôts marins et de mélange, et le plus souvent ces dépôts ne sont, pour la plus grande partie, formés que de leurs restes. Je ne sache pas qu'aucun géologien ait nié ce fait, il est trop patent; seulement, on avait cru voir quelquefois, en passant d'un terrain à un autre, un changement subit et absolu de genres et d'espèces, que plusieurs géologues interprétaient par des créations nouvelles venues après des destructions générales, et l'on citait comme présentant cette ligne de séparation nette et tranchée, dans les terrains primaires, le passage des couches siluriennes au vieux grès rouge, et du vieux grès rouge au système carbonifère; et, dans les terrains secondaires, celui du système jurassique au crétacé, et du crétacé aux terrains tertiaires.

Mais, depuis longtemps les conchyliologues de France et d'Angleterre savent que les terrains schisteux et carbonifères renferment plusieurs fossiles marins identiques. Ils ont trouvé dans le calcaire de montagne un certain nombre d'espèces des formations inférieures; d'un autre côté, le vieux grès rouge présente un assez grand nombre de polypiers et de mollusques identiques avec les mollusques et les polypiers siluriens. M. Deshaies, qui a proposé de séparer les terrains primaires ou de transition en deux systèmes, reconnait cependant pour chacun d'eux des espèces communes; il reconnait également

qu'un certain nombre d'espèces sont communes à ses deux systèmes, et au terrain carbonifère (1).

De son côté, M. Agassiz, partisan, comme M. Deshaies, des révolutions du globe, a constaté (2) l'identité d'une espèce de poisson, l'*onchus Murchisoni*, dans les couches siluriennes des rocs de Ludlow et dans le vieux grès rouge d'Angleterre, et celle d'une autre espèce de la même famille, le *gyrolepis maximus*, dans le vieux grès rouge et dans le muschelkalk de la Lorraine, près de Lunéville. Enfin, il existe aussi plusieurs espèces de crinoïdes communs au calcaire carbonifère et aux terrains inférieures. Des découvertes analogues ne permettent plus d'établir entre les terrains jurassiques et crétacés une séparation fondée sur des caractères paléontologiques. L'on a observé dans plusieurs localités des espèces qui passent des uns dans les autres; mais les couches néocomiennes de Neufchâtel paraissent être les plus curieuses sous ce rapport, et former jusqu'à ce moment la meilleure transition entre le Jura supérieur et les formations crayeuses. Elles ont montré à M. Voltz douze fossiles exclusivement jurassiques, quatre que l'on aurait trouvés déjà dans les terrains jurassiques et crétacés, et sept qui leur sont propres et qui peuvent servir à les caractériser (3).

Le contraste si frappant de la formation de la craie blanche avec nos terrains tertiaires, paraissait offrir plus de difficultés; ici tout était différent de part et d'autre, et la nature des roches, et le genre et l'espèce des fossiles; et ces différences s'observaient sur une étendue de près de cinq cents lieues; car, en allant du Nord-Ouest au Sud-Est, on rencontre la craie depuis le nord de l'Irlande jusqu'à la Crimée, et dans la direction opposée, depuis le midi de la Suède jusqu'au sud de Bordeaux, quoiqu'elle ne soit pas répandue uniformément sur toute cette vaste surface. Cependant l'on ne tarda pas à s'apercevoir que la craie blanche avait été déposée en pleine mer, et les terrains tertiaires près des rivages; que dès-lors, on devait trouver entre les fossiles crétacés et ceux des terrains supérieurs au-

(1) Bulletins de la Société géologique de France.

(2) *Recherches sur les poissons fossiles.*

(3) Lettre de M. Voltz à M. Berthier, dans les bulletins de la Société géologique de France.

tant de différence qu'il en existe entre nos espèces pélagiennes et celles qui vivent sur les bords des océans, et que, par conséquent, ce n'était pas en comparant les fossiles tertiaires à ceux de la craie de Meudon ou du Sussex, mais bien à ceux des dépôts littoraux, parallèles à la craie et de même âge qu'elle, que l'on pouvait arriver à des conclusions de quelque valeur sur la question de savoir si la série animale avait été rompue brusquement et d'une manière générale par la catastrophe qui avait déplacé une partie des eaux de la mer, après le dépôt de la craie blanche. Les recherches furent faites dans cette bonne direction, et le problème fut bientôt résolu.

Des genres communs aux dépôts crétacés et tertiaires ont été signalés en grand nombre dans un calcaire de Faxoe en Danemark, et de Maëstrickt. Dans ces derniers temps, M. Dufrénoy a constaté dans le terrain crétacé des Pyrénées l'existence de près de quarante fossiles qu'on n'avait encore trouvés que dans les couches tertiaires. Bien que répandus dans toute la hauteur du système crayeux, ils sont beaucoup plus abondants dans les couches supérieures et semblent former une dernière assise de ce terrain. De son côté, M. Elie de Beaumont a démontré, contre M. Deshaies, qu'il y avait mélange de coquilles crétacées et tertiaires dans les Alpes. D'après M. Ehremberg, professeur à Berlin, il existe aussi plusieurs espèces d'infusoires communes à la craie d'Europe et aux terrains tertiaires d'Amérique. Ainsi l'on a trouvé distinctement dans un gisement près de Spenser, en Massachusets, la *rotalia globulosa*, animal marin et calcaire, caractéristique de la craie blanche du midi de l'Europe; il y a même, et en grand nombre, des infusoires qui passent identiquement de la craie jusque dans la nature vivante. Quarante espèces de ce groupe d'animaux sont communes à notre époque et à celles de la craie; sur ce nombre, plusieurs vivent dans la Baltique et la mer du Nord, et sont fossiles en Afrique. M. Ehremberg a découvert, dans une vase fraîche de mer des côtes de Suède, vingt-une espèces vivantes dont les têts siliceux n'étaient connus qu'à l'état fossile dans les marnes crayeuses de Caltanisetta en Sicile, et à Oran en Afrique. On y a également constaté la présence à l'état vivant de la *grammatophora Africana* qu'on ne connaissait encore que fossile

dans les marnes d'Oran. D'autres vivent en Amérique et sont fossiles dans la Grèce. Ainsi, les marnes de la Grèce ont montré la *grammatophora Oceanica* qui vient de Callao au Pérou.

« C'est un fait bien remarquable, s'écrie M. de Humboldt, » que de trouver, parmi les animaux marins de notre époque, » des êtres répandus en Europe et en Afrique, dans une for- » mation crétacée antérieure au terrain tertiaire, dans lequel » on croyait reconnaître l'aurore, les premières traces de la » vie actuelle; les types des formes organiques qui ont sur- » vécu aux révolutions du globe en ont pris naissance plus » tard (1). »

En effet, ce fait bien remarquable renverse l'hypothèse des révolutions du globe.

Ces petites espèces marines ne sont pas les seules qui relient à de grandes distances les temps anciens aux temps présents, les formes mortes aux formes vivantes. Dès les premières assises des terrains tertiaires, nous rencontrons une foule de mollusques qui peuplent encore aujourd'hui les mers d'Europe et celles des autres continents, et dont l'identité a été reconnue par M. Deshaies lui-même. Ainsi, les existences passées s'enchaînent aux existences actuelles, par des nœuds qu'aucune catastrophe générale n'a jamais brisés.

Le tableau suivant prouvera de nouveau qu'il a toujours existé des animaux marins, en montrant qu'à tous les degrés de la série des terrains, des espèces qui finissent dans un terrain ont été contemporaines d'espèces qui se continuent et se poursuivent dans un terrain supérieur. Dira-t-on que les mêmes espèces ont pu être créées plusieurs fois, et qu'ainsi nous ne pouvons être assurés de leur contemporanéité par le moyen que nous indiquons? — Une telle supposition sort de la voie positive pour entrer dans l'hypothèse; et, quand même on ne rencontrerait que quelques espèces identiques ou analogues, la supposition qui créerait ces espèces plusieurs fois serait contraire à la raison pour quiconque connaît les lois harmoniques des êtres... Mais si l'on considère que ces créa-

(1) Lettre de M. de Humboldt à M. Arago, bulletin de la Société géologique de France.

tions des mêmes espèces se seraient renouvelées, à la connaissance de l'homme, plusieurs milliers de fois pour les deux règnes, on conviendra que cette supposition n'est plus seulement une imagination plus ou moins paradoxale, mais une impossibilité inadmissible, aussi bien pour ceux qui reconnaissent un créateur, que pour ceux qui ont embrassé l'idée panthéiste des transformations successives des espèces et des êtres.

Nous ne citerons qu'un ou deux fossiles pour chaque point de la série, et nous faisons remarquer qu'il ne faut pas accorder une confiance aveugle à toutes les déterminations spécifiques des paléontologues; nous en avons donné les motifs.

Les lecteurs donc qui auraient des raisons pour en rejeter quelques-unes, voudront bien se rappeler qu'au lieu de ne leur présenter que trente exemples pour épargner leur temps, nous pourrions leur en fournir plus de mille.

1° *Dans les rayonnés ; — Cyathocrinites planus* (encrine). — Calcaire carbonifère, et calcaire magnésien de Durham. — *Micraster Bufo* (échinide, agass.), craie chloritée : vaches noires ; craie tuffau, Rouen, et craie blanche.

2° *Infusoires. — Rotolia globulosa,* craie blanche du midi de l'Europe, et terrain tertiaire de Massachusets, en Amérique. — *Grammatophora Africana*, fossile dans les marnes crayeuses d'Oran, habite les côtes de Suède.

3° *Mollusques.—Pentomerus levis* (Sow.), couches siluriennes inférieures, rocs d'Hordezley et des collines de Mey ; calcaire carbonifère de Novogorod. — *Terebratula gryphhæus*, couches siluriennes supérieures, rocs de Ludlow ; calcaire de transition de Gotland ; Grauwacke, près de Cologne ; calcaire carbonifère, Herfordshire. — *Terebratula cassidea*, Grauwacke, près de Cologne ; Zechstein, près de Salza. — *Terebratula substriata*, Muschelkalke de Tarnowitz et dans le Jura supérieur de beaucoup d'endroits. — *Terebratula biplicata*, Jura moyen, supérieur et dans le grès vert et la marne crayeuse. — *Terebratula lacunosa*, dans la Dolomie (magnesian limestone) du Yorkshire et dans le Jura supérieur d'Allemagne. Il y a encore des térébratules vivantes.

Bélemnites dans les micaschistes, dans les terrains secon-

daires et dans les tertiaires. — Il y a deux espèces de nautiles vivantes et une grande quantité de fossiles dans tous les terrains, depuis les plus anciens jusqu'aux plus récents.

Pour les mollusques céphalidés ou univalves, il n'y a pas un genre linnéen, bien net, qui ne soit fossile et vivant tout à la fois ; et ce fait général embrasse tous les terrains (1).

Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que les mollusques terrestres et d'eau douce sont pour la plupart vivants et fossiles dans toutes les formations d'eau douce.

4° *Articulés.* — Les *trilobites* se trouvent dans les terrains les plus inférieurs de transition, dans les schistes ardoisiers. Les articulés marins se rencontrent dans la plupart des terrains.

L'on a cité des vestiges d'ailes de papillon et des empreintes de scarabées sur les ardoises alumineuses primaires des mines d'Andarum, dans la province de Scanie. Le dépôt houiller de Coalbrookdale, dans le Northumberland, a présenté des arachnides et des insectes de plusieurs ordres ; et les schistes argileux qui accompagnent la houille, près Radmitz, en Bohême, deux espèces d'arachnides. — Dans l'oolithe moyenne, le calcaire lithographique de Solenhofen, en Bavière, enveloppe des arachnides et abonde en insectes de tous les ordres.

L'étage du *cornbrash* et du *forest-marble*, entre les oolithes inférieures et moyennes, a fourni des arachnides et des coléoptères.

Les argiles inférieures du terrain tertiaire sont, de tous les terrains anciens, les plus riches en insectes et en arachnides.

Les dépôts gypseux contiennent des arachnides et des insectes de tous les genres.

L'*yulus terrestris* est vivant et fossile dans le succin des lignites de la Prusse.

Le *trombidium aquaticum* (arachnide), vivant et fossile dans le succin des lignites des environs de Dantzik ; — Le *phalangium opilio*, le *phalangium cancroïdes*, vivants et fossiles dans le succin des lignites de Prusse.

(1) Voir Leçon IXe pour les détails.

L'*acheta campestris* (hexapode), vivant et fossile dans les marnes du gypse.

Il y a donc eu des articulés aquatiques et terrestres à toutes les époques géologiques, aussi bien que des mollusques marins, d'eau douce et terrestres.

5° *Poissons*.— Le *gyrolepis maximus* se trouve dans le vieux grès rouge et le muschelkalk de la Lorraine, près de Lunéville. — Le *gyracanthus formosus*, étage inférieur du calcaire carbonifère de Burdiehouse (Écosse) ; abondant dans le terrain houiller de Dudley, etc.

On trouve, en outre, des couches à poissons dans beaucoup de terrains ; et nous avons vu les raisons de ces couches.

6° *Reptiles*. — Des ptérodactyles et des débris de sauriens, paraissant se rapprocher des gavials, se montrent dans le calcaire de Burdiehouse, près d'Edimbourg, sous le calcaire de montagne, à la partie supérieure du vieux grès rouge. Nous ne parlons pas des empreintes douteuses de pieds, observés sur ces grès, et attribués par les uns à des tortues, ou des sauriens, par les autres, à des mammifères et même à l'homme.

Apparaissent ensuite les nombreux reptiles d'embouchure du zechstein, du muschelkalk et du lias ; il s'en trouve aussi, quoique en moins grand nombre, dans le keuper et aux différents étages du système jurassique.— A Stonesfield, l'étage du *cornbrash* et du *forest-marble*, outre des arachnides et des coléoptères, renfermait les deux célèbres mâchoires, que MM. Cuvier, Broderip, Agassiz, Valenciennes, Duméril, Owen et tous les naturalistes anglais rapportent à des mammifères terrestres, et que M. de Blainville penche à regarder comme ayant appartenu à des reptiles.

Le Weald possède des sauriens, des crocodiles, des tortues d'eau douce, des oiseaux et peut-être aussi des mammifères terrestres.

La craie inférieure ou chloritée renferme des ichthyosaures ; la craie moyenne ou tuffau, des ichthyosaures et des gavials ; la craie supérieure ou blanche, des dents de crocodile.

Le calcaire pisolitique de Meudon, les dépôts qui lui sont parallèles, les argiles qui succèdent, renferment des tortues d'eau douce, une sirène.

Le calcaire grossier de Paris et le London-clay, ont des crocodiles; ceux-ci avec des batraciens, des tortues terrestres et d'eau douce, se retrouvent dans les dépôts gypseux et dans les sables fluvio-marins de Montabuzard, près d'Orléans, appartenant au groupe subapennin.

7° *Oiseaux et mammifères.* — Puisqu'il y a toujours eu un sol émergé, et sur ce sol des végétaux, il est déjà plus que probable que ces végétaux ont toujours servi de base aux espèces animales quelconques, soit de terre, soit d'eau douce. Cependant les débris d'animaux purement terrestres sont rares dans les anciens terrains, soit qu'ils n'aient pas été entraînés par les eaux courantes, soit que les point émergés de l'Europe, seul terrain qui ait été assez bien étudié, fussent encore déserts et inabordables, pour les mammifères terrestres, à l'époque où ces terrains ont été formés; soit que les cadavres aient été complétement détruits par la carbonisation, la bituminisation ou d'autres causes :

Les premières traces de mammifères que l'on ait citées et qui ne sont pas entièrement hors de doute, sont les mammifères de l'oolithe de Stonesfield; les empreintes du vieux grès rouge, les traces nombreuses de pieds de quadrupèdes sur les grès d'Angleterre, à plus de cinquante pieds au-dessous de la surface.

MM. Hugy, Gressly et Duvernoy, auraient reconnu plusieurs pachydermes dans la roche compacte du Portlandien de Soleure, qui appartient à l'oolithe supérieure.

Le Weald renferme des oiseaux et peut-être aussi des mammifères terrestres avec des reptiles.

Nous arrivons aux terrains tertiaires, qui pour MM. Cuvier, de Beaumont et Deshaies, auraient été le théâtre des irruptions générales des mers. Ici tous les dépôts, sans exception, renferment des animaux terrestres et d'eau douce, qui se suivent sur deux lignes parallèles, depuis les couches les plus profondes jusqu'aux plus superficielles; et dans toute cette série, les débris d'animaux appartiennent à des espèces vivantes ou analogues, et les espèces perdues sont en moindre nombre.

Dans les terrains tertiaires inférieurs, on trouve des dents de carnassiers, tels que palœocion, coati et autres genres (cal-

caire pisolitique de Meudon). Dans les argiles, avec des reptiles, se montrent des oiseaux, des palæothériums, des chœropotames, des rhinocéros, des mastodontes, des lamentins, etc.

Le calcaire grossier de Paris et le London-clay avec des crocodiles présentent des dents de didelphes, des os de lophiodons, d'hyracothériums, des dents de cheiroptères et de singes.

Dans les terrains tertiaires moyens, les dépôts gypseux renferment des édentés, des ruminants, des pachydermes, des gravigrades, des rongeurs, des carnassiers, des quadrumanes.

Le *desman des Pyrénées*, encore vivant, est fossile dans les dépôts de Sansan, ainsi que la taupe ordinaire.

Le *vespertilio serotinus*, le *vespertilio murinus*, espèces vivantes, sont fossiles dans le gypse de Montmartre, les schistes d'Œningen.

Le *mastodonte* à dents étroites se rencontre dans les plâtres du Val d'Arno, les turquoises de Simone, et près d'Auch (Gers), dans une sablière de Chavilly (Beauce).

Le bœuf et le renne se retrouvent dans le Val d'Arno.

Dans les terrains tertiaires supérieurs, le *mastodonte* à dents étroites dans les sables de Montabuzard. Les grès marins supérieurs renferment des ossements de lamentin, de dinotherium, de taupe, de hérisson, de musaraigne; les couches parallèles au silex lacustre de Paris renferment des dinotheriums, des rhinocéros, le mastodonte à dents étroites. — Les terrains subapennins, dont les sables fluvio-marins de Montabuzard et de Montpellier font partie, contiennent des lamentins, des tapirs, des chevaux, des palæotheriums, des lophiodons, des mastodontes, etc.

Enfin, personne n'ignore que les terrains les plus récents, tels que certains lits coquilliers de sable et d'argile, les cavernes à ossements et les dépôts qui sont encore en voie de formation, abondent en animaux d'eau douce et terrestres de toute classe et de tout genre; on y retrouve un grand nombre des mêmes espèces que dans les terrains tertiaires et aussi beaucoup d'espèces vivantes.

Il résulte de ces faits qu'il y a toujours eu sur la terre des végétaux et des animaux terrestres et fluviaux, comme il y a

toujours eu des animaux marins. Il y a donc incompatibilité entre les faits et l'opinion de ceux qui, à certaines époques, font périr en masse tous les êtres, par des changements généraux survenus successivement, soit dans l'atmosphère, soit dans la position des mers, et par des modifications profondes et toujours nouvelles que l'organisation générale du globe aurait subies jusqu'au moment de l'arrivée de l'homme sur la terre.

Mais c'est dans ses rapports avec nos terrains tertiaires, que cette opinion paraît surtout erronée, lorsqu'il est si bien démontré par les fossiles que depuis le temps où ils ont commencé à se déposer, jusqu'au temps où nous sommes, les plantes, les insectes, les mollusques, terrestres et fluviatiles, les reptiles, les mammifères et les animaux marins, ont persisté sans interruption.

Les divisions établies dans ces terrains, par MM. Cuvier, de Beaumont et Deshaies, ne peuvent donc pas être considérées comme correspondant à des périodes de tranquillité intermédiaires entre deux époques de trouble, qui auraient détruit par une catastrophe les générations caractéristiques de chaque période précédente; puisque ces générations prétendues caractéristiques ne le sont réellement pas, vu qu'elles sont associées à des espèces vivantes.

Nous avons déjà parlé de la division périodique de Georges Cuvier. M. Deshaies partage les mêmes terrains tertiaires en trois groupes, en se fondant sur le nombre d'espèces fossiles analogues aux vivantes que renferme chacun de ces groupes; mais il est forcé de convenir que treize espèces de coquilles, au moins, sont communes à ces trois groupes. Or, c'est douze de plus qu'il ne faudrait pour renverser son hypothèse; puisqu'une seule, commune à tous les groupes, suffit pour établir la contemporanéité.

M. de Beaumont base, sur les débris des grands mammifères, la division qu'il propose de faire à son tour, de ces mêmes terrains en trois étages. Le premier, caractérisé par les *palæotheriums*, s'étend jusqu'aux marnes supérieures au gypse; le second que distinguent les mastondontes, comprend le grès de Fontainebleau, le terrain d'eau douce supérieur, les faluns

de la Touraine, les mollasses de la Suisse;[1] le troisième est formé du terrain marin supérieur de Montpellier, des collines subapennines, du crag de Suffolk; les éléphants le caractérisent. Ces périodes sont tout aussi arbitraires que celles de MM. Cuvier et Deshaies, avec lesquelles elles correspondent à peu près, même à ne considérer que les genres par lesquels M. de Beaumont a voulu les caractériser; ces genres passent de l'un à l'autre. Dans les faluns de la Loire et dans le calcaire moellon de Montpellier, les os des palæothères sont réunis aux os des mastodontes et des hippopotames, et dans le Plaisantin, il s'y ajoute des os d'éléphants. On cite même des brèches fluviatiles ferrugineuses de Wurtemberg où sont mêlés les os de ces trois périodes.

Nous avons la preuve que de grands changements peuvent s'opérer à la surface de la terre sans produire les effets que l'on n'a cru pouvoir expliquer que par des catastrophes. Ainsi, l'action de la cause qui a donné à nos continents leur relief actuel, qui a découpé nos terrains tertiaires, rompu nos plateaux, creusé nos bassins d'eau douce, etc., n'a pas fait disparaître les espèces contemporaines, puisque dans les dernières couches marines tertiaires, formées postérieurement à l'action de cette cause, en Sicile, en France et dans tout le pourtour des mers, les mollusques marins fossiles se mêlent en foule aux mollusques vivants, comme les quadrupèdes vivants sont associés dans les cavernes à ossements, dans les alluvions, et, jusque dans nos tourbières, à des espèces de quadrupèdes éteintes.

L'homme lui-même est accompagné d'espèces perdues dans les cavernes à ossements du Brésil, comme dans celles de France, d'Angleterre et de Belgique; ses restes ou des produits de son industrie ont été observés dans des dépôts marins en Suède, en Italie et sur différents points de l'Amérique septentrionale, à la Guadeloupe, à Saint-Domingue, dans l'île de San-Lorenzo. Dans le pays de Liége ses ossements sont mêlés à des débris de poissons, et les cavernes qui les renferment sont placés à quatre-vingts pieds au-dessus des eaux des vallées. Depuis la formation des couches où se trouve l'homme, la terre a donc subi des changements considérables. Les vallées ont été creusées plus profondément, il y a eu des bassins vi-

dés, et l'homme existait en Europe et en Amérique, avant que notre continent et les îles que nous avons nommées eussent reçu toute leur forme actuelle, avant toute leur mise à sec.

Tant d'autres causes que des révolutions subites, violentes et générales peuvent faire disparaître les espèces, sans rien accorder aux idées systématiques ! on peut en assigner un certain nombre du moins pour les animaux terrestres dont les mœurs et les habitudes nous sont mieux connues que celles des autres.

Le desséchement de tous les anciens lacs, la mise à sec de tous les anciens fleuves et de leurs affluents ont inévitablement fait périr une grande partie des animaux et peut-être aussi des végétaux qui se développaient dans leurs bassins ou à leurs débouchés, tels que les hippopotames, les crocodiles, les ichthyosaures, les ptérodactyles, les plésiosaures, les dinothériums, etc., ou qui vivaient sur leurs bords, comme les éléphants, les rhinocéros, les palæothères, les lophiodons, les anoplothères, etc. L'observation montre qu'il y a eu plusieurs fois déplacement d'une partie des eaux de la mer ; cet événement a pu entraîner la mort de quelques-unes des espèces marines qui adhèrent aux masses minérales. Les variations successives de température locale n'auront pas agi moins puissamment sur les deux règnes; nous avons vu que toutes les circonstances du gisement des poissons dans les dépôts qui en contiennent un plus grand nombre, tendent à faire croire qu'ils ont péri par des émanations volcaniques. Toutes ces causes, quoique l'action de chacune ne soit pas quotidienne, appartiennent à l'ordre présent de la nature.

Si, comme il est certain, tout dans la science tend à prouver que l'homme est aussi ancien sur la terre que les autres parties de la création, le développement successif du genre humain sur tous les points du globe, les changements qu'il y a opérés, le déboisement du sol, le desséchement des marécages, la guerre continuelle qu'il fait aux animaux, ont, sans doute, préparé l'anéantissement d'une foule d'espèces en les réduisant à un petit nombre d'individus que le moindre accident peut ensuite faire disparaître. Le droute en est une preuve et un exemple : ce volumineux oiseau n'existait plus, à ce qu'il paraît, que dans l'île Maurice; il y fut détruit en peu de temps par les naviga-

teurs hollandais, qui le recherchaient à cause de sa chair et de la graisse. L'élan, l'aurochs, le bison, communs autrefois en Europe, ne s'y montrent plus que comme un phénomène. Les espèces du genre *felis*, le lion, le tigre, etc., si nombreux en Afrique, en Asie et sur tout le périple de la Méditerranée, au temps des Romains, y sont devenues bien rares depuis les chasses que ces peuples leur ont faites. Combien d'espèces ont été affaiblies ou détruites par la chute des forêts? Partout où l'homme établit sa demeure, les animaux dangereux disparaissent peu à peu; s'il se fixe dans les vallées, les pachydermes en sortent, et ne trouvant pas sur les lieux élevés les mêmes moyens d'existence, leurs races dépérissent et s'éteignent promptement.

Les animaux deviennent aussi les uns pour les autres une cause de destruction, les nouvelles espèces que l'homme a introduites en Amérique ont affaibli considérablement les espèces indigènes. La multiplication que le bœuf y acquiert chaque jour en a fait presqu'entièrement disparaître le tapir. Nous aurions perdu le type de plusieurs animaux domestiques, sans ceux que nos soins ont conservés, soit parce que les uns n'auraient jamais pu exister à l'état sauvage, soit parce que les autres y auraient rencontré des circonstances trop défavorables. Les animaux qui ont peu de défense, comme les édentés, et ceux qui n'émigrent que difficilement, comme les pachydermes, et en général les espèces de grande stature, ont péri avant les autres mieux protégées ou mieux faites pour vivre sous des influences et dans des milieux plus divers. « Les espèces fossiles de la » classe des mammifères, dit M. de Blainville, ont disparu les » premières, comme espèces les plus grandes en général, ainsi » que cela est en train d'avoir lieu sous nos yeux pour les espèces encore existantes. Leur anéantissement ne suppose aucune » révolution, aucun changement dans les conditions générales » de la vie sur la terre (1). »

Résumé.

Le sol sédimentaire se compose de nombreux dépôts qui se sont recouverts successivement, et qui sont dus à des causes dif-

(1) *Ostéologie.*

férentes, distinctes, mais identiques avec celles qui agissent encore en ce moment, puisque les effets des unes sont parfaitement analogues aux effets des autres.

Toutes les masses qui forment le sol ont été sous les eaux; puis, elles ont été émergées; toutes sont le produit des eaux, et lorsque l'on connaît la manière d'agir des fleuves, des mers, des lacs, des sources, on peut faire *à priori* l'histoire générale des formations de tous les âges.

Les formations de notre système aqueux sont de trois sortes: marines, fluviatiles, lacustres. Les mers, les fleuves, les lacs ont aussi produit les formations de toutes les époques antérieures à la nôtre; donc à toutes les époques, même système, mêmes causes, même organisation générale du globe. L'écoulement des eaux des parties hautes vers les parties basses est un fait de tous les temps qui se continue sous nos yeux.

Nous savons que dans ce moment les formations marines se divisent en littorales et pélagiennes; les formations fluviatiles en alluviales, et d'embouchure ou fluvio-marines; nous savons que les effets de la cause marine et de la cause fluviatile sont simultanés sur des points et alternatifs sur d'autres; que des effets différents se produisent dans le même temps, et des effets semblables dans des temps différents; or, les terrains de toutes les époques présentent des combinaisons et des divisions parfaitement analogues; donc, même mode d'action des causes à toutes les époques.

Par rapport à la nature des roches, l'histoire de la cause aqueuse, pour les temps passés, comme pour les temps présents, peut se réduire à quatre mots: calcaires, sables ou grès, argiles, matières charbonneuses; à toutes les époques anciennes, comme à l'époque actuelle, les calcaires sont, en général, marins, et les autres roches, d'eau douce ou mixtes.

Même analogie entre la faune et la flore actuelles et celle de tous les terrains, végétaux, terrestres, fluviatiles ou d'embouchure et marins; animaux terrestres, d'eau douce, d'embouchure, marins, littoraux et pélagiens. Donc, à toutes les époques, même répartition générale des êtres organisés.

Point de fossilisation que par les eaux et sous les eaux. Les êtres n'ont pas été enfouis vivants, dans leur propre demeure ou

sur le lieu même qu'ils habitaient ; ils ont été entraînés après la mort, et transportés par les eaux courantes à des distances plus ou moins grandes ; ils ont pu être amenés de loin comme de près. Voilà la loi, il y a peu d'exceptions, et elles sont explicables ; la même loi, avec les mêmes exceptions, s'accomplit encore chaque jour sous nos yeux.

Les animaux et les végétaux fossiles sont donc infiniment rares si on les compare à ceux qui n'ont pu le devenir. Nous n'avons à cet état que quelques-uns des êtres qui vivaient soit aux débouchés des fleuves, soit sur les bords des lacs, soit dans le voisinage des courants. Les anciens fossiles ne nous donnent donc pas une idée seulement approximative de la faune et de la flore des temps qui nous ont précédés. Il en est ainsi des êtres qui vivent en ce moment ; l'immense majorité meurt sans laisser de trace de son existence, et si les hommes découvrent un jour ceux dont les débris sont entraînés par nos courants et enveloppés dans leurs dépôts, ils devront croire qu'ils sont individuellement et spécifiquement moins nombreux incomparablement que ceux qui, vivant dans la même époque, ne se sont pas trouvés dans des circonstances assez favorables pour devenir fossiles.

Voilà donc entre les phénomènes anciens et les phénomenes actuels une liaison entrevue seulement depuis un petit nombre d'années, et déjà démontrée suffisamment sinon encore complétement embrassée dans tous ses détails ; une liaison qui se révèle avec une évidence de plus en plus irrésistible, à mesure que les terrains sont mieux étudiés et que les observations s'accumulent sur les mœurs et les habitudes des êtres et sur la manière d'agir des courants de la mer au milieu de son bassin et près de ses rivages.

Puisque cela est démontré pour les dépôts aqueux ou neptuniens, il faut voir s'il en est ainsi pour les produits ignés ou plutoniens.

LEÇON XVI.

CAUSES IGNÉES ANCIENNES ET ACTUELLES.

Après avoir démontré la continuité des effets des causes aqueuses, depuis les temps les plus anciens jusqu'à nous; l'analogie des causes aqueuses anciennes et des causes aqueuses actuelles; et après avoir par là même prouvé que les systèmes de révolutions par des causes inconnues, insolites, sont inadmissibles, il nous reste à démontrer la continuité des effets des causes ignées, depuis les temps anciens jusqu'à nous, l'enchaînement des causes ignées anciennes et des causes ignées actuelles, afin de répondre aux hypothèses de révolutions basées sur l'exagération des phénomènes plutoniens.

Ce sont, en grande partie, les montagnes qui ont donné lieu aux hypothèses des révolutions plutoniennes; on a voulu qu'elles aient été toutes formées par les efforts du feu central pour soulever la croûte solide du globe; on a même été jusqu'à diviser les chaînes de montagnes en systèmes de soulèvements périodiques, à l'aide desquels on prétendait fixer l'âge absolu du globe en remontant ainsi d'âge en âge jusqu'au commencement des opérations ignées, qui auraient formé le noyau primitif du globe.

Or, le fait est que quelques montagnes ne sont qu'un dépôt de sources minérales, ou un produit du travail des animaux marins à transsudation calcaire.

Le vent dominant d'un pays peut aussi former à la longue avec des sables et des débris calcaires, d'abord des dunes, puis des collines séparées par des vallons.

Il y a des montagnes dues simplement à une force de cristallisation, ayant aggloméré certains sols ensemble dans le sein d'un ancien océan ou d'un lac.

Certaines montagnes ne sont que des éminences produites

par des dépôts successifs de la mer sur une surface postérieurement abandonnée par cette dernière ou soulevée en masse. Certaines ne sont que des convexités les plus élevées de couches contournées et non dérangées ; certaines ne sont que des amas de laves, des produits volcaniques, etc.

Or, c'est la question de l'origine des montagnes qui a surtout donné naissance à tous les systèmes proposés, pour expliquer les effets de la cause ignée. Cette cause, en effet, a produit à toutes les époques et produit encore des phénomènes et des modifications de la surface du globe, dont nous pouvons suivre la continuité par l'observation. C'est à elle que sont dus les volcans, les tremblements de terre, plusieurs dérangements des couches stratifiées, des affaissements et des soulèvements terrestres et sous-marins, des dessèchements, des lacs, etc.

Les phénomènes volcaniques donnent généralement naissance à des élévations plus ou moins considérables, qui paraissent se former de diverses manières.

Les unes, qui consistent en des espèces de cônes tronqués, sont une conséquence simple et immédiate des éruptions qui accumulent successivement les matériaux rejetés par le cratère.

D'autres fois, ces élévations se forment d'une manière à peu près instantanée sans présenter ces éjaculations violentes et successives qui constituent le cratère principal des éruptions proprement dites. C'est ainsi que, par le tremblement de terre du 29 septembre 1538, on vit s'élever dans les champs phlégréens, le *Monte-Nuovo*, haute colline de forme allongée. C'est encore ainsi qu'au Malpays, près du volcan de Jorullo, au Mexique, une surface de près de sept kilomètres carrés a été, dit M. de Humboldt, soulevée comme une vessie, et, sur ce terrain soulevé, il est sorti, en 1758, des milliers de petits cônes de roches pyroxéniques. M. Reinwardt rapporte aussi que, dans la partie occidentale de l'île de Banda, dans l'archipel des Moluques, il se trouvait une baie qui, en 1820, a été remplacée par un promontoire composé de blocs de basalte d'une grosseur prodigieuse. Ce phénomène s'effectua d'une manière si tranquille, que les habitants ne s'en aperçurent que quand il fut presque entièrement terminé. Il ne s'était manifesté que par un fort bouillonnement et une chaleur extraordinaire de l'eau de la mer.

Souvent les élévations coniques des éruptions se trouvent au milieu d'une espèce de cirque ou de bassin circulaire, dont les flancs, généralement escarpés, sont plus ou moins interrompus, de manière que, dans quelques endroits, comme à l'île de Palma, dans les Canaries, et à Barren-Island, au nord des îles Nicobar, le bassin est presque complet, et on ne peut y pénétrer que par une espèce de défilé; tandis qu'au Vésuve, le bassin ne présente qu'une demi-circonférence, à laquelle on a donné le nom de Somma.

On a considéré ces débris de cirque comme des restes d'un ancien cratère, ou comme les effets de l'affaissement d'un grand cône d'éruption, ou bien comme des masses soulevées par les premiers efforts du volcan, d'où le nom de cratère de soulèvement, donné à ces cirques. Il est difficile de prononcer entre ces trois opinions.

Mais ce qu'il y a de certain, c'est que les phénomènes volcaniques font disparaître, par affaissement, des montagnes entières et surtout des cônes volcaniques. Le volcan de Popa-dayan, dans l'île de Java, s'est enfoncé, en 1772, avec quarante villages bâtis sur ses flancs, et a été remplacé par un lac de plusieurs kilomètres de diamètre.

Peut-être pourrait-on citer parmi les affaissements résultant des phénomènes volcaniques la disparition de petites îles qui n'ont eu qu'une existence éphémère. Telles ont été l'île Sabrina, dans les Açores, qui a paru en 1811; l'île Julia, Nerita ou Ferdinandea, au sud de la Sicile, qui a paru et disparu en 1831, etc. Mais ces disparitions sont aussi attribuées à l'action érosive des eaux.

Les volcans ne sont pas toujours en activité, ils ont, au contraire, des interruptions, et plus ces intermittences sont longues, plus les éruptions sont violentes; la plus violente de toutes les éruptions du Vésuve est celle de l'an 79, qui a détruit les villes de Pompeia, d'Herculanum et de Stabia, et qui a eu lieu à une époque où l'on n'avait aucun souvenir d'éruptions antérieures, quoique l'existence antérieure de la Somma et la nature des matériaux qui ont servi à bâtir ces deux villes, prouvent que d'abondantes éjaculations pyroïdes avaient déjà eu lieu dans cette contrée.

« En considérant les phénomènes volcaniques dans leur plus grande généralité, dit M. de Humboldt (1), en réunissant ce qui a été observé dans les différentes parties du globe, on voit différer ces phénomènes entre eux, même de nos jours, de la manière la plus frappante. Ce ne sont pas les volcans de la Méditerranée, les seuls que l'on a étudiés avec soin, qui peuvent servir de type au géognoste et lui présenter la solution des grands problèmes géogoniques. »

Les volcans les plus remarquables, en effet, par l'intensité de leurs éruptions et par l'élévation des montagnes qu'ils ont formées, sont ceux d'Amérique. Les uns s'étendent au sommet des Andes, sur une ligne de près de 1,500 myriamètres, dirigée dans le sens du continent ; les autres forment, dans le Mexique, des lignes qui, au contraire, traversent le continent de l'Est à l'Ouest.

» L'élévation absolue des bouches ignivomes variant depuis cent à deux mille neuf cent cinquante toises, influe non-seulement sur la fréquence des éruptions, elle modifie aussi la nature des masses rejetées. Quelques volcans n'ont que des éruptions latérales ; d'autres n'agissent qu'en ébranlant les terrains d'alentour, en fracturant les couches et en changeant la surface du sol. Le plus grand nombre agit sous les mers soit en soulevant le sol, soit en formant un cône d'épanchement de laves. Tous les volcans brûlants et toutes les cimes de la Nouvelle-Espagne qui s'élèvent au-dessus de la limite des neiges perpétuelles, se trouvent sur une zone étroite, qui est perpendiculaire à la grande chaîne des montagnes. C'est, dit toujours M. de Humboldt, comme une crevasse de 130 lieues de long, qui s'étend depuis les côtes de l'océan Atlantique jusqu'à celles de la mer du Sud, et qui semble se prolonger encore 120 lieues plus loin, vers l'Archipel de Revillagigedo, couvert de schistes poreux.

Ces alignements de volcans, ces soulèvements à travers des fentes continues, ces bruits souterrains qui se font entendre au milieu d'un terrain de schistes et de transition, rappellent dans les forces encore actives du nouveau monde ce qui s'est

(1) *Dict. gén. des sciences nat.*, art. *Indépendance des terrains.*

passé autrefois. Quelquefois la terre s'ouvre dans les plaines (Islande), et l'on voit sortir ou des nappes de laves qui s'entrecroisent, se refoulent et se surmontent, ou de petits cônes d'une matière boueuse qui semble avoir été un trachyte poreux.

On compte environ 205 volcans brûlants sur le globe, dont 107 sont dans des îles, et 98 sur les continents; mais, en général, à de petites distances des mers; il en existe probablement un plus grand nombre de sous-marins et on en compte beaucoup plus d'éteints.

Les tremblements de terre accompagnent souvent les éruptions volcaniques; aussi la plupart des géologues ont-ils cru qu'il existait beaucoup de rapports entre ces deux phénomènes, et qu'ils étaient produits par les mêmes causes. Cependant M. Boussingault, fondé sur plusieurs observations, attribue les tremblements de terre au tassement qui s'opère dans les couches de l'écorce du globe; les faits sur lesquels il s'appuie sont l'abaissement successif des montagnes.

Lorsque Bouguer, Godin et La Condamine se rendirent, il y a un siècle, à Quito, pour des travaux relatifs à la détermination de la figure de la terre, leurs opérations, à la station de Guaguapichischa, étaient très-gênées par la neige; cependant depuis assez longtemps on n'aperçoit plus de neige sur ce pic. C'est aussi une opinion généralement reçue à Popayan, dit M. Boussingault, que la limite inférieure des neiges qui recouvrent le volcan de Purace, s'élève graduellement; or, cette élévation n'a pu être occasionnée que par deux raisons, ou parce que la température moyenne de la contrée s'est augmentée, ou bien parce que la montagne s'est abaissée, et cependant on n'a aucune raison pour admettre une augmentation dans la température de cette contrée, les observations faites par M. Boussingault, et par Caldas trente ans auparavant, donnent les mêmes résultats. D'un autre côté, toutes les mesures que M. Boussingault a prises dans les Andes, annoncent des hauteurs moindres que celles qui avaient été données trente ans auparavant par Caldas et par M. de Humboldt. Resterait à savoir si l'abaissement de ces hauteurs n'est pas dû à l'influence érosive des causes météoriques.

D'autres, et principalement M. de Beaumont, ont admis un soulèvement lent des montagnes. C'est notamment sur les côtes

de Bothnie, en Suède, que l'on a fait les observations qui ont conduit à admettre l'existence des soulèvements lents.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins certain que des affaissements subits ont aussi souvent lieu dans les montagnes. Diverses causes peuvent les occasionner; ainsi dans les montagnes élevées, des couches portent à faux, l'équilibre se perd, elles se renversent, et ce qui formait la partie supérieure devient alors la partie inférieure; ces bouleversements causés par des porte-à-faux paraissent très-fréquents dans les Cordillères des Andes, et c'est à des phénomènes de ce genre qu'on attribue communément les nombreux tremblements qui s'y font sentir. D'autres fois le tassement des matériaux des couches produit des retraits, qui peuvent donner naissance aux porte-à-faux, et par suite aux tremblements. Mais dans un grand nombre de cas aussi la cause ignée est l'agent principal des tremblements de terre, des dislocations, des affaissements et soulèvements qui en sont la suite. La liaison qui réunit les effets de ces diverses causes, nous les fait réunir sous un même titre avec les volcans.

Quelquefois le même tremblement de terre se prolonge à des distances immenses et agite une surface considérable; c'est ainsi que celui du 17 juin 1826 se fit sentir, dit M. Boussingault, dans toute la Nouvelle-Grenade, c'est-à-dire sur une surface de plus six mille myriamètres carrés. Souvent même ils courent sous le bassin des mers, d'un continent à l'autre. Ils se propagent à des distances incroyables, en suivant de préférence la direction des chaînes de montagnes. Le tremblement qui détruisit Caracas, en 1812, exerça son action suivant la direction de la Cordillère orientale des Andes, en renversant comme des châteaux de cartes toutes les villes situées dans cette direction. D'autres fois les secousses sont concentrées dans un espace très-resserré.

Les tremblements de terre, quoique moins effrayants en apparence que les volcans, sont cependant plus désastreux et étendent leur action sur une bien plus grande échelle. Ils fendent le sol en divers sens, dessèchent les lacs, arrêtent les rivières dans leurs cours, déplacent les bassins des mers, font crouler des montagnes pour en faire surgir d'autres à leur place.

Or, ces grands phénomènes sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense généralement. En 1819, un violent tremble-

ment de terre se fit sentir aux bouches de l'Indus. La secousse se propagea dans l'intérieur jusqu'à Ahmedabad; plusieurs villes furent renversées, le fort de Sindrée et le pays environnant s'abaissèrent sur une étendue d'environ 12 lieues de longueur sur 7 de largeur, et furent engloutis par une irruption de la mer. Les tremblements de terre analogues au précédent sont assez fréquents. Rappelons seulement l'affaissement de la côte d'Arica, au Pérou, pendant le tremblement de terre de 1833; la subversion de la ville de Tomboro, à Java, en 1815; la formation des lacs de la vallée du Mississipi, aux environs du nouveau Madrid, en 1811; la destruction de Lima, d'une partie de la côte et de la ville de Callao, en 1746; le tremblement de terre de Saint-Domingue, en 1751, causa sur la côte un enfoncement de plus de vingt lieues de longueur; en 1755, le fameux tremblement de Lisbonne engloutit sous les eaux le quai, les navires et un grand nombre de victimes; en 1762, d'horribles inondations eurent lieu au Bengale, par suite du tremblement de terre de Chittagang; le tremblement de terre de la Calabre, en 1783, fut accompagné de la formation d'une cinquantaine de nouveaux lacs, non compris les abîmes plus étroits remplis d'eau. A la même époque, l'Hécla fit aussi sentir de fortes secousses, et on vit sortir du milieu des eaux une nouvelle île sur les côtes d'Islande; en 1751, au mois de juillet, une montagne s'écroula dans la Savoie, du côté de Sallenche et causa des ravages.

En 1782, il y eut, sur les côtes de Formose, de violentes commotions sous-marines. Les flots furent soulevés avec tant de violence, qu'ils traversèrent presque toute l'île.

En 1721, les feux sous marins soulevèrent, auprès des Açores, une île d'où il sortait des flammes.

En 1720, il y eut de violents tremblements de terre à Tercère. Pendant ce temps, on vit, à quelque distance, sortir du sein des eaux plusieurs rochers couverts de pierres-ponces, et il s'en élançait des torrents de feu. Ces mêmes phénomènes se sont souvent répétés à Tercère et aux Açores.

En 1714, la montagne du Diableret, en Valais, s'écroula subitement et tout à la fois.

Les observateurs font mention d'un grand nombre de montagnes qui ont été ainsi culbutées et renversées.

En 1680, l'affaissement d'une montagne sur des cavernes remplies d'eau causa une grande inondation en Irlande.

En 1678, il y en eut une pareille, en Gascogne, causée par l'affaissement de quelques parties des montagnes des Pyrénées.

En 1618, la ville de Pleurs, en Valteline, fut enterrée sous les rochers au pied desquels elle était située.

En 1538, un tremblement de terre souleva une petite montagne près Pouzzole; on l'a appelée *monte di cinere*, montagne de cendre, parce qu'elle paraissait composée de cendres volcaniques.

Une éruption antérieure avait affaissé, dans les mêmes cantons, un terrain assez considérable, où s'était formé le lac Lucrin. L'éruption de 1538 combla en partie ce lac avec des cendres, des rapilles, des pierres.

En 1692, il y eut un violent tremblement de terre à la Jamaïque, dans la partie de Port-Royal. La ville fut en partie détruite et inondée par les eaux; deux grandes montagnes s'affaissèrent, et une troisième se fendit... On est persuadé à la Jamaïque que toutes les montagnes sont un peu abaissées.

En 1693, l'île de Forca fut engloutie après un violent tremblement de terre.

Du temps de Sénèque, on vit, après un violent tremblement de terre, sortir des ondes l'île Thérasine, aujourd'hui Santorin. — Pline rapporte que, peu de temps après, il sortit une autre île auprès de Santorin, qui a encore été accrue par des éruptions postérieures; en 1707, cette île fut ébranlée par de nouveaux tremblements de terre, pendant l'espace de deux mois, et il parut de nouvelles terres à quelque distance.

Platon raconte que, dans la mer Egée, Rhodes, Délos et onze autres iles sortirent du sein des mers.

Dans les métamorphoses d'Ovide (l. xv) Pythagore rapporte qu'auprès de Trézènes, il s'était élevé une montagne au milieu d'une plaine.

Sénèque (1) cite le tremblement de terre du mont Coryque, qui fit jaillir des sources d'eau jusqu'alors inconnues; l'amas d'eau qui se forma près d'Hydesse en Carie; l'éruption du Vé-

(1) *Quæst. natur.*

suve qui ravagea la Campanie, et détruisit Herculanum et Pompéï ; Tyr, ajoute-t-il, a été tristement célèbre par ses écroulements ; l'Asie perdit à la fois douze villes. Ce fléau mystérieux, qui parcourt le monde, frappa l'an dernier l'Achaïe et la Macédoine, comme tout-à-l'heure la Campanie.

Il rapporte, d'après Callisthène, la submersion d'Hélice et de Buris, dans la Grèce, par une irruption de la mer; la destruction de l'île d'Atalante à l'époque de la guerre du Péloponèse, d'après Thucydide ; celle de Sidon ; la séparation de l'Ossa et de l'Olympe, qui donna naissance à la vallée du Pénée, fit naître ce fleuve, et dessécha les marais qui rendaient malsain l'air de la Thessalie; l'origine du Ladon, qui coule entre Élis et Mégalopolis, date aussi d'un tremblement de terre. Il cite encore le bouleversement de la ville d'Ægium, les tremblements de terre d'Égypte, de Délos ; les diverses destructions de Paperos, de Nicopolis, de l'île de Cypre, l'abaissement successif du mont Gibel. Il dit que la mer a arraché les Espagnes du continent africain, et que l'inondation tant célébrée par de grands poètes a retranché la Sicile de l'Italie.

Au rapport de Capitolin (1), il y eut, sous Gordien III, un si violent tremblement de terre que plusieurs villes furent englouties.

Sous le consulat de Gallien et de Fortunatus, Trebellius Pœlion (2) décrit un tremblement de terre qui se fit sentir sur toutes les rives de la Méditerranée et de ses golfes, en Asie-Mineure, à Rome, en Libye ; la terre s'ouvrit dans un grand nombre d'endroits, et de l'eau salée jaillit de ces ouvertures. La mer y couvrit plusieurs villes.

Sous Trajan, dit Xiphilin (3), eut lieu le fameux tremblement de terre d'Antioche, qui dura plusieurs jours, abaissa le mont Carasse et plusieurs autres montagnes, fit apparaître des fleuves et en tarit d'autres.

Sous Tibère-Néron, Laodicée, Thyatire et Chio éprouvèrent un tremblement de terre, au rapport de Suétone (4).

Sous le règne d'Antonin, il arriva, en Bithynie et en Hellès-

(1) *Hist. des Emp.*, XXVI. — (2) *Hist. des Emp.*, V. — (3) *Hist. des Emp.* — (4) Suétone, Tib.-Nér., VIII.

pont, un furieux tremblement de terre, dit Xiphilin, dont plusieurs villes et celle de Cyzique, entre autres, furent ruinées.

Homère nous peint le mont Ida, près de Troie, comme une montagne volcanique dont les feux étaient encore en activité et dont les secousses soulevaient les flots de la mer.

Les auteurs grecs et latins parlent d'un bien plus grand nombre de volcans, de tremblements de terre, d'îles soulevées, de rivages envahis par la Méditerranée.

Ainsi dans les temps historiques mêmes, tout le périple de la Méditerranée a été livré à la cause ignée, aussi bien que son bassin ; et maintenant nous en observons les derniers restes.

M. de Hoff a calculé, d'après le relevé des tremblements de terre qui ont eu lieu pendant quinze ans, dans ces dernières années, que chaque mois, en moyenne, il s'en est produit au moins un. En supposant, ce qui probablement n'est pas exagéré, que les circonstances nécessaires pour l'inondation se présentent une fois sur cent, on trouverait, en raison de la moyenne ci-dessus, que les inondations par affaissements doivent se répéter sur un point ou sur un autre, à peu près une fois tous les huit ans.

Ainsi, il est bien démontré qu'à toutes les époques historiques, la cause ignée, soit par les volcans, soit par les tremblements de terre, soit par les affaissements ou les soulèvements des montagnes, mais plus souvent par des affaissements ou des dislocations, soit par des desséchements de lacs, de fleuves, de marais, soit par des irruptions des mers, n'a jamais discontinué de modifier la surface de la terre sur un point ou sur un autre.

Les faits que nous venons de rapporter et que nous aurions pu citer en bien plus grand nombre, prouvent que la cause ignée a agi avec bien plus d'énergie et sur une bien plus vaste échelle dans les derniers siècles avant Jésus-Christ, et dans les premiers de notre ère, qu'elle n'agit aujourd'hui ; au point qu'historiquement on pourrait suivre presque pas à pas les modifications qui ont donné la configuration actuelle à tous les bords des mers qui séparent l'Europe de l'Asie et de l'Afrique.

Mais puisque nous voyons les effets de la cause ignée diminuer ainsi graduellement depuis environ deux mille ans, il

est rationnel d'en conclure qu'elle était encore bien plus énergique il y a trois, quatre et cinq mille ans au plus.

C'est, en effet, ce que l'observation géologique a pleinement confirmé, en nous montrant les produits volcaniques dans tous les terrains.

D'abord M. Boué l'a prouvé par les terrains tertiaires et crétacés de la Turquie d'Europe. Les dépôts trachytiques, suivant cet infatigable et consciencieux observateur, bordent ou percent cet immense golfe de l'Asie-Mineure : car, à cette époque, la mer Noire s'étendait jusqu'au pied du Taurus, comme le prouvent les coquilles fossiles tertiaires de Caraman, qu'Olivier compare à celles de Grignon. D'ailleurs, il n'y a qu'à étudier le relief de ce pays, sa potamographie et ses routes sur les cartes, pour s'apercevoir, comme l'a dit M. de Hanslab', que les bassins actuels de toutes les rivières, débouchant dans la mer Noire, depuis le Sakaria au Jeschil-Ernack, formèrent le fond d'une mer tertiaire, dans laquelle les terrains anciens sur la mer Noire, entre Erekli et Bafra, constituèrent une île. Plus tard, cette mer s'est partagée en plusieurs lacs ; de là vient que le sol tertiaire de l'Asie-Mineure n'a pas seulement des collines de molasse, d'argile et de sable à coquilles marines, mais encore des lacs et beaucoup de dépôts d'eau douce. Il est même possible que la vallée tertiaire supérieure de l'Euphrate, jusqu'au Taurus, n'ait encore été qu'un golfe tertiaire dépendant de la mer Noire, et que, plus tard, une crevasse du Taurus ait donné à ses eaux un autre écoulement (1).

« En suivant sur la carte les dépôts plutoniques de la Turquie, on voit qu'ils ont été vomis, les anciens comme les modernes, surtout sur des lignes N.-S. ou N.-N.-O., S.-S.-E. ; ceci indique que l'action ignée ne s'est guère déplacée pendant un laps énorme de temps, mais qu'elle a seulement modifié ses produits rejetés. On peut poursuivre ces traînées de crevasses remplies de matière ignée qui, çà et là, a débordé, soit dans la Grèce, l'Archipel et l'Asie-Mineure, soit en Hongrie, dans le Bannat, la Transylvanie, l'Illyrie et la Styrie. Néanmoins, dans ce dernier pays et en Asie, le basalte se montre en

(1) Boué, *Turquie d'Europe*, t. I, p. 361, 362.

grandes masses, ce qui contraste avec l'absence de cette roche en Turquie. Cette dernière est remplacée par beaucoup de porphyre pyroxénique, produit inconnu, au moins, en Hongrie et en Styrie, et ne se retrouvant qu'en Tyrol et dans les États-Vénitiens ; enfin dans l'Asie-Mineure, il y a de véritables volcans éteints depuis les temps historiques, ou, du moins, depuis des époques géologiques extrêmement récentes (1).

Depuis les temps historiques, des marécages se sont desséchés, comme sur le Strimon et le Maritza, des rivières ont modifié leurs lits, et des tremblements de terre se sont fait sentir, en ayant été rarement si désastreux qu'en Syrie et dans l'Asie-Mineure. Du temps d'Antigone, roi de Macédoine, le promontoire de Méthane a éprouvé, dit-on, un exhaussement. Sous Justinien, en 551, le golfe de Corinthe et la Syrie souffrirent beaucoup de secousses semblables, qui se sont continuées jusqu'à présent (2).

Ainsi les volcans et les tremblements de terre qui en dépendent, ont donc agi continuellement depuis les terrains crétacé et tertiaire sur tout le versant oriental de la Méditerranée (3), sur le versant du Nord et dans tous leurs promontoires, en modifiant tous ces terrains et la surface du sol, et ces mêmes phénomènes ignés ont continué dans les temps historiques, et nous en voyons les derniers restes.

Il en a été de même sur tout le versant méridional, vers l'Afrique et l'Égypte, comme les faits géologiques et les traditions historiques le prouvent.

Nous voyons encore les mêmes phénomènes se continuer en Italie et en Sicile.

Le rivage français de la Méditerranée ne présente plus, il est vrai, la cause ignée en activité. Mais, entre Marseille et Draguignan, nous trouvons des volcans éteints dans le terrain triasique et crétacé ; et plus à l'ouest, depuis Montpellier jusqu'en Auvergne, les départements de la Drôme, de l'Ardèche, de la Haute-Loire, de la Loire, etc., nous trouvons une longue

(1) Boué, *Turquie d'Europe*, t. I, p. 371. — (2) *Id.*, *id.*, t. I, p. 405.

(3) On comprend que sous le nom de Méditerranée nous réunissons toutes les divisions de cette mer auxquelles on a donné des noms particuliers.

traînée de volcans éteints qui ont traversé tous les ter
secondaires et tertiaires, et dont un grand nombre, en
vergne, se trouvent dans le sol primaire et primitif, ou ter
agalisiens.

En Auvergne, dans la montagne de Boulade, près d'Is
(département du Puy-de-Dôme), deux lits de sable serve
gisement aux os fossiles. Le calcaire d'eau douce est supe
immédiatement au granit, il forme la roche dominante
montagne; viennent ensuite des couches alternant entre
de galets primitifs basaltiques, de sable et de tufas vol
ques, deux de ces couches arénacées, recouvertes par des
volcaniques, contiennent les os fossiles. Cette disposition pr
évidemment que les volcans n'ont agi sur ce point, comme
les autres rives de la Méditerranée, qu'après la formation
dépôts tertiaires, et sur d'autres points qu'après la form
des terrains secondaires et de transition.

Si, de l'Europe nous passons en Amérique, nous y trou
absolument les mêmes phénomènes; d'abord, comme nou
vons vu, un grand nombre de volcans encore en activité,
aussi beaucoup d'éteints et traversant tous les terrains.

Mais une observation importante que les volcans étein
l'Auvergne et de tous les pays nous conduisent à faire,
qu'à mesure qu'on s'éloigne des rivages des mers actuelle
rencontre un bien plus grand nombre de volcans éteints,
dis qu'en approchant de ces mêmes rivages, on rencontre l
coup plus de volcans en activité, puisque ceux-ci ne se
contrent même que sur le rivage des mers ou dans les
Mais les volcans éteints forment, avec les volcans en act
des chaînes ou des traînées volcaniques qui relient les
miers aux seconds, et prouvent, par conséquent, que le
et les autres sont les effets d'une même cause qui a conti
lement agi dans la même direction, et en reculant toujo
limite, à mesure que les mers reculaient celle de leurs riv
Cette conclusion devient évidente, quand on jette un coup
sur la traînée des volcans éteints qui se prolonge depuis
vergne jusqu'à la Méditerranée.

Ces faits nous conduisent à une autre conséquence;
que les eaux paraissent toujours avoir été nécessaires à

mentation des volcans, comme cela paraît évident par les phénomènes des volcans encore en activité.

Enfin, une dernière conséquence qui ressort des faits, c'est que la cause ignée a agi à toutes les époques, depuis au moins la formation des terrains de transition jusqu'à présent.

Mais d'autres faits conduisent à la même conséquence. Par de nombreuses observations de couches brisées, redressées, l'on a acquis des preuves immédiates et irrécusables que, sur un grand nombre de points, la surface du globe avait été bouleversée de diverses manières. Comme ces accidents sont particuliers aux régions montagneuses, et qu'on ne peut les concevoir, d'ailleurs, sans une dislocation du sol qui aurait produit des soulèvements, suivant les uns, et des affaissements suivant les autres, l'on a conclu que beaucoup de montagnes avaient été formées par le brisement de l'écorce du globe. Dès-lors on a compris comment des dépôts marins pouvaient se trouver à plusieurs milliers de mètres d'élévation, lorsque de vastes étendues de pays situés beaucoup plus bas n'en offraient aucune trace.

Ces dislocations accompagnées de sources abondantes comme elles le sont encore aujourd'hui, chargées de gaz et de sel, donnèrent lieu à de nouveaux dépôts; le cours des fleuves fut changé, comme il l'est encore aujourd'hui en pareil cas; les terrains d'alluvion ne furent plus les mêmes.

Quand des dérangements de la sorte arrivent sur un sol déjà formé, mais demeurant toujours sous les eaux, alors les dépôts postérieurs ne suivent plus la même direction ni la même inclinaison, ils contrastent avec les dépôts antérieurs; et c'est ce qu'on désigne sous le nom de *stratification discordante;* tandis qu'on dit des strates qui se succèdent avec la même direction et la même inclinaison, qu'elles sont *en stratification concordante*, et qu'elles sont le résultat d'une même cause non dérangée dans la production successive de ses effets.

Or, on trouve des stratifications discordantes dans tous les terrains et particulièrement dans les montagnes; c'est donc une nouvelle preuve que la cause ignée est venue à toutes les époques déranger le cours de la cause aqueuse.

Ce que nous avons dit des volcans et des tremblements de

terre, conduit à supposer des exhaussements et des affaisse suffisants pour que le fond d'une mer devienne un lac golfe. Que les tremblements de terre arrivent par la cau canique, ou par le tassement des couches, cela n'en e moins favorable à cette combinaison des soulèvements affaissements.

On croit avoir observé des soulèvements lents sur les de la Suède. Et lors du tremblement de terre qui ébra Chili, en 1822, on s'aperçut à Valparaiso que la côte exhaussée sur une longueur de plus de cent milles, et vaisseau, qui avait échoué sur une plage très-basse à qu distance en mer, se trouvait à sec.

L'exhaussement de la terre fut de trois pieds à Valpar et à Quintero, d'environ quatre pieds. Des rochers que n'avait ni vus, ni soupçonnés sont maintenant à fleur d'e

L'observation des lieux a confirmé de plus en plus toute cette côte s'est élevée par degrés, et par la même c Les limites successives de la mer sont tracées par des b de coquillages, nivelées et parallèles, jusqu'à la hauteur de quante pieds au-dessus de l'eau. Ce pays porte l'empreint tremblements de terre qu'il a éprouvés; près d'un siècle tait écoulé depuis les dernières secousses dont les résu furent de quelqu'importance.

La côte soulevée en 1822 est un terrain granitique..... s'est assuré que tout l'espace compris entre les Andes mer avait été soulevé, et que le *maximum* de ce mouve d'ascension du sol était à deux milles de la côte. La su du terrain exhaussé est évaluée à 100,000 milles carrés l'effet du soulèvement, à quatre pieds sur le bord de la et à cinq, six et même sept pieds, à un mille de la côte (1

Ainsi, à toutes les époques les tremblements de terre produit des modifications dans le sol, et ils en produisent core.

Un troisième ordre de faits prouve la continuité de la c ignée à toutes les époques; nous voulons parler du métam phisme.

(1) *Revue Britannique*, t. v, p. 42 et suiv.

effet, la cause ignée a fait éprouver aux roches sédimen-
, un grand nombre de modifications, soit en décolorant
lorant diversement les roches, soit dans la structure,
ns la solidité, soit dans la composition chimique en les
it de certains éléments.

si, le calcaire du lias avec ses gryphées arquées est de-
la calcaire grenu sans fossiles, près de la syénite de l'île
r et dans les Pyrénées.

alcaire jurassique inférieur et le muschelkalk supérieur
assés à un marbre serpentineux et à un marbre statuaire,
du porphyre pyroxénique granitoïde de Predazzo. Les
es liasiques ou jurassiques du Dauphiné ont pris une
s grenue près des granits qui les ont soulevés. Le cal-
jurassique inférieur des Grisons est changé en cipolin
roches talqueuses, ou en cipolin amygdalin, et a perdu
le tous ses fossiles, près des granits de l'Albula, ro-
qui, comme dans le Dauphiné, ont l'air de déborder
sol secondaire.

s sont les termes de la série de ces transmutations, qui
tent incompréhensibles que pour ceux qui ne les ont pas
it M. Boué (1).

marbre nuagé, continue-t-il, imprégné de talc compacte,
it insensiblement, à Predazzo, au marbre à nids de talc
leux; et en même temps apparaissent les idocrases et
yroxènes gehlénites..... A l'île d'Anglesea, des argiles
euses sont devenues jaspoïdes et empâtent des grenats à
le roches trappéennes.... Dans le Bannat, des filons syé-
les ont changé le calcaire ancien en roche grenue à gre-
t minerais de cuivre et de fer, etc.... Dans certains vol-
le l'Eifel, comme au Hohenfels, M. Mitscherlich a observé
oduction ignée du mica dans des schistes argileux mo-

tour d'amas granitiques, les schistes argileux au contact
devenus maclifères ou amphiboliques....

y a dans les Alpes un passage incontestable entre des
tes secondaires à pétrifications et des séries de talcschistes,

(1) *Guide du géologue*, t. x, p. 492 et suiv.

et de masses talqueuses ou micacées, et quartzeuses et calcarifères. Des alternats et des passages pareils ne s'observent pas seulement dans des roches secondaires anciennes ou intermédiaires, mais même jusque dans celles qui sont de l'âge crétacé, et çà et là des fossiles échappés à la destruction attestent irrévocablement la nature originaire de ces masses. M. Studer a découvert des micaschistes grenatifères à bélemnites au mont Luckmanier; il y a des talcschistes bélemnitifères à Nuffenen; des calcaires à nautiles alternent avec des roches talqueuses de la Tarantaise, etc.

Les schistes cristallins (gneiss, micaschistes, talcschistes, etc.) ne seraient donc, d'après ces données, que des dépôts neptuniens, modifiés diversement par un travail igné lent, qui aurait contribué plus ou moins à changer leur texture en même temps qu'il y produisait de nouveaux composés...

La formation des schistes cristallins aurait eu lieu à tous les âges géologiques, et serait intermédiaire entre les véritables dépôts neptuniens et les dépôts ignés; leur structure plus ou moins feuilletée serait encore un reste de leur forme originaire, et le dernier terme de modification serait la production de roches ayant perdu tout-à-fait ou presque totalement leur structure schisteuse, pour devenir granitoïde ou semi-granitique (1).

Malgré l'opposition des géologues et des chimistes, à ce point de vue si vrai, dit toujours M. Boué, plusieurs savants sont entrés dans cette voie de raisonnement et ont essayé de reproduire artificiellement les circonstances qui ont donné lieu à la formation de tant de combinaisons minéralogiques. Tous les jours, on voit s'augmenter le nombre des minéraux reconstitués par la synthèse ignée, aqueuse ou électro-chimique, et il n'est guère douteux qu'à force de patience et de tâtonnements, l'homme ne parvienne à reproduire tous les minéraux connus.

Une autre modification est la conversion du calcaire en gypse au moyen de dégagements plutoniques d'acide sulfureux.

La décomposition des masses minérales a lieu au moyen de

(1) Boué, *Guide du géologue*, 494 et suiv.

des gaz, de l'eau et des affinités électro-chimiques de leurs ents éléments.

s produits de la décomposition sont très-variés tant pour inéraux que pour les *roches composées*. Toutes les roches soumises à ces transformations par décomposition, et elont souvent difficiles à distinguer des transformations s (1).

est aujourd'hui démontré que la plupart des calcaires aroïdes ou cristallins sont des résultats du métamorie, des modifications de roches neptuniennes par le conn l'influence des produits ignés.

production des dolomies, doubles carbonates de chaux magnésie, dans le voisinage des roches plutoniques, e celle des calcaires saccharoïdes, est aussi un fait généi s'est manifesté à tous les âges de la formation du sol mblai; ce fait repose sur les mêmes observations et selû aux mêmes causes que les calcaires saccharoïdes. Cent il est prouvé que parmi les dolomies, les unes proent de la modification ignée, et les autres, au contraire, le résultat d'une précipitation chimique et régulière au des mers.

métamorphisme des roches neptuniennes par la cause a donc eu lieu à toutes les époques géologiques, et vient sa part ajouter une nouvelle preuve à la continuité de cette puissante.

résumé, la formation des roches volcaniques, comme les ations aqueuses, continue sous nos yeux. Et il y a aussi rachytes, des phonolithes, des basaltes, des obsidiennes et erlites de différents âges. Plus on approche des temps mos, plus les formations volcaniques paraissent isolées, surées, étrangères au sol sur lequel elles se sont répandues; aussi elles offrent de variétés dans les produits; la raison le en être dans les variétés plus nombreuses des roches 'éruption traverse et corrode, ou dans lesquelles le volcan foyer, ce qui n'est pas favorable à l'opinion d'un seul central en liquéfaction ignée, mais parfaitement d'accord

(1) oué, *Guide du géol.*, p. 502.

avec tous les faits de position des volcans éteints sur le bord d'anciennes mers, et avec tous les phénomènes des volcans en activité pour admettre, avec Pallas et beaucoup d'autres, le siége des volcans entre le sol primitif et les terrains de transition, etc., entre ceux-ci et les secondaires, etc.

Les anciens produits volcaniques sont, au contraire, beaucoup plus liés entre eux et avec les roches primitives sur lesquelles durent s'enflammer leurs foyers ; ce qui vient encore confirmer la conclusion précédente, parce que ces premiers volcans, rencontrant un sol partout beaucoup plus uniforme dans ses matériaux, durent donner aussi des produits beaucoup plus semblables entre eux, et plus rapprochés des roches primitives qui en avaient fourni les matériaux ; tandis qu'à mesure que les terrains aqueux augmentent dans la variété et le nombre de leurs roches, les produits volcaniques seront de plus en plus dissemblables et variés dans leurs effets.

Ainsi, les trachytes du Sebeugebirge, près de Bonn, paraissent sortis du grauwacke, et ceux d'Auvergne d'un plateau de granit, puis du terrain tertiaire, et, en descendant vers la Méditerranée, du terrain secondaire. En Hongrie, le terrain trachytique paraît s'être formé entre l'époque des terrains secondaires et celle des terrains tertiaires. Les conglomérats trachytiques recouvrent aussi en Hongrie des grauwackes schisteux, et même un calcaire magnésifère, qui paraît appartenir à la formation du Jura. D'après M. Breislack, les trachytes des monts Euganéens reposent sur le calcaire du Jura.

Le terrain trachytique embrasse par zone une grande partie des Cordillères ; mais il s'étend rarement vers les plaines ; et les volcans encore enflammés, loin d'être solitaires ou associés par groupes de forme irrégulière plus ou moins circulaire, comme en Europe, se suivent, à la manière des volcans éteints de l'Auvergne et des cratères brûlants de l'île de Java, par files, tantôt dans une série, tantôt sur deux lignes parallèles. Ces lignes sont dirigées généralement dans le sens de l'axe des Cordillères, quelquefois elles font avec cet axe un angle de 70°.

A toutes les époques géologiques il y a eu des tremblements de terre, soit occasionnés par la même cause que les volcans, soit par le desséchement, le tassement, et le porte-à-faux des couches

stratifiées dans les montagnes. Cependant nous ne voyons, en général, les bouleversements produits par les tremblements de terre, que dans les couches neptuniennes, ce qui nous conduit à reconnaître qu'ils n'on commencé, pour la plupart au moins, qu'après le dépôt des premières formations neptuniennes.

Il faut en dire autant du métamorphisme qui a eu lieu à toutes les époques, mais qui n'a évidemment commencé que quand il y a eu des dépôts neptuniens à modifier et à métamorphoser.

Ainsi, nous suivons les volcans, les tremblements de terre, le métamorphisme, en un mot tout ce qui se rapporte à la cause ignée, depuis les terrains récents et tertiaires jusqu'aux terrains primaires ou de transition ; le foyer de tous ces phénomènes varie et a varié dans sa position, sa hauteur, depuis les terrains tertiaires jusqu'aux terrains primaires, et nous le trouvons même sur le sol primitif, sur le noyau central, agissant entre celui-ci et le sol de remblai ; pourrons-nous suivre la cause ignée plus loin? C'est la question que nous avons à examiner.

LEÇON XVII.

Y A-T-IL UN FEU CENTRAL, ETC.

Supposant la cause ignée antérieure à la cause aqueuse ; la considérant même comme le premier agent formateur du globe, Buffon et, à sa suite, tous les géologues plutoniens, lui ont attribué le relief des montagnes primitives du globe, qui se serait boursouflé en se refroidissant ; et ces boursouflures, devenues des montagnes, auraient préparé les vallées des fleuves et les bassins des mers. Mais après ce premier refroidissement, Buffon combat, par des raisons assez puissantes, le feu central et l'état de liquéfaction ignée du centre de la terre ; et il établit le siége des phénomènes ignés subséquents sur le sol primitif et sous les terrains de seconde formation, et là, les phénomènes ignés sont déterminés par les agents chimiques, et les causes

physiques connues ainsi que nous l'avons vu en exposant l'histoire des travaux géologiques de Buffon (1).

Les géologues plutoniens successeurs de Buffon, étendant l'hypothèse de l'origine ignée de notre planète, et acceptant contradictoirement l'hypothèse du feu central et de la liquéfaction ignée du centre de la terre, font partir de ce point tous les phénomènes ignés, tous les soulèvements des montagnes et par suite la formation de toutes les grandes chaînes.

M. Élie de Beaumont, le représentant le plus distingué de cette théorie, dans nos temps, a cherché à systématiser les grandes chaînes de montagnes, et même à déterminer les époques relatives de leur production. Fondé sur la disposition des stratifications diverses dans les montagnes, stratifications dont les unes sont inclinées et les autres horizontales, il en a conclu que la montagne aurait été produite entre la formation des dépôts inclinés et celle des dépôts horizontaux. La direction semblable de plusieurs chaînes de montagnes, l'a conduit à réunir toutes les chaînes semblablement dirigées dans un seul système de même âge et produit par la même cause.

M. de Beaumont place dans la période tertiaire sa dixième révolution, à laquelle il attribue le redressement des couches d'un système de montagnes qui comprend les îles de Corse et de Sardaigne, ainsi que d'autres élévations, dirigées également du Nord au Sud, telles que celles qui, dans le centre de la France, bordent les vallées de la Limagne d'Auvergne, de la Haute-Loire et de la Bresse. Il croit que l'on peut aussi rapporter à cette révolution quelques rameaux qui présentent la même direction dans l'Italie et la Slavo-Grèce, ainsi que les chaînes du Liban.

Il place entre la formation des terrains modernes tertiaires, et celle des terrains ammonéens, sa neuvième révolution, qu'il considère comme ayant donné naissance à la chaîne des Pyrénées, ainsi qu'aux chaînons des Apennins dirigés parallèlement de l'Ouest-Nord-Ouest à l'Est-Sud-Est, et qui présentent des couches inclinées de terrain crétacé, tandis que les couches tertiaires qui les avoisinent conservent en général leur position

(1) Voir page 103.

horizontale. Il pense que les effets de cette révolution ont été extrêmement étendus, et qu'indépendamment de plusieurs rameaux qui se remarquent dans l'Allemagne, la Hongrie, la Slavo-Grèce, on peut y rapporter quelques chaînons de l'Atlas en Afrique, la chaîne du mont Carmel en Syrie, les montagnes de Mésopotamie, plusieurs chaînons du Caucase, peut-être même la chaîne des Ghates dans l'Hindoustan, celle des Alleghanis dans l'Amérique septentrionale, etc.

Or, l'état des fossiles dans les terrains tertiaires conduit à reconnaître que l'aspect général de nos continents européens ne différait pas essentiellement à l'époque de leur formation de son état actuel.

Au contraire, l'état de la flore et de la faune ammonéenne conduit à reconnaître beaucoup moins de terres exondées dans ce même continent, et un ordre de choses bien moins éloigné de ce qui se voit maintenant sous la zone torride, que de ce qui a lieu dans nos zones tempérées.

M. Élie de Beaumont place, dans la période ammonéenne de certains géologues, ses cinquième, sixième, septième et huitième révolutions. — La huitième aurait produit des élévations que M. de Beaumont appelle *système du mont Viso*, lesquelles sont dirigées du Sud-Sud-Est au Nord-Nord-Ouest, et qui comprennent, outre le mont Viso, une série de crêtes qui courent des environs de Nice à ceux de Lons-le-Saulnier; élévations qui paraissent avoir été soulevées entre la formation de l'étage supépérieur et celle de l'étage moyen du terrain crétacé.

La septième aurait eu lieu entre la formation du terrain crétacé et celle du terrain jurassique, et aurait donné naissance à une série d'accidents dirigés du Nord-Est au Sud-Ouest, et notamment au mont *Pilat*, dans le Forez, et à la Côte-d'Or, en Bourgogne, à plusieurs chaînons du Jura, aux Cévennes, à l'Erzebirge, etc.

La sixième révolution aurait eu lieu entre l'époque de la formation du terrain jurassique et celle du terrain triasique, et M. de Beaumont lui attribue le redressement des couches d'un système de montagnes qui comprend notamment le *Morvan*, le Thuringerwald et le Bœhmerwald, montagnes qui sont en général dirigées du Nord-Ouest au Sud-Est.

La cinquième révolution aurait eu lieu entre la formation du grès de Nebra et celle du grès des Vosges, et aurait donné naissance aux montagnes qui bordent la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence, d'où M. de Buch les a appelées système du Rhin, et qui sont dirigées du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest.

Les quatre premières révolutions de M. de Beaumont se sont opérées pendant la période qu'on a désignée sous le nom d'hémilysienne.

La quatrième aurait donné naissance à des accidents que l'auteur appelle *système des Pays-Bas* et *du sud du pays de Galles*, parce qu'elle a disloqué les couches de terrain houiller qui se dirigent de l'Est à l'Ouest, depuis les environs d'Aix-la-Chapelle jusqu'aux petites îles de la baie de Saint-Bride dans le pays de Galles.

La troisième révolution, qui paraît avoir agi entre la formation du terrain houiller et celle du terrain pénéen, a formé dans le terrain houiller du nord de l'Angleterre une série d'accidents dirigés parallèlement du Nord au Sud, en s'écartant un peu vers le Nord-Nord-Ouest et le Sud-Sud-Ouest.

La deuxième révolution, qui aurait eu lieu vers l'époque de la formation du terrain antraxifère, aurait donné naissance à des accidents que M. de Beaumont appelle *système des ballons des Vosges et des collines du Bocage du Calvados*, parce qu'il attribue le soulèvement d'une partie des Vosges, notamment de deux cônes accolés l'un à l'autre, que l'on appelle ballon d'Alsace et ballon de Comté, ainsi que celui d'une partie des collines du bocage de la Basse-Normandie, également dirigés de l'Ouest 1/4 Nord-Ouest à l'Est 1/4 Sud-Est.

Enfin, la première révolution aurait relevé les couches du *West-Moreland* et du Hundsrück, dirigées du Nord-Est 1/4 Est au Sud-Ouest 1/4 Ouest, et qui auraient subi cette action avant la formation du terrain antraxifère.

Telle est la systématisation de M. de Beaumont, dont la théorie réduite à ses données fondamentales, sans prétention de déterminer l'âge absolu du globe, ce qui est presqu'impossible dans cette voie et dans l'état actuel de la science, sourit singulièrement à l'imagination et donnerait à notre avis la solution de plusieurs problèmes intéressants. Mais malgré l'autorité de ce savant dis-

tingué, nous ne pouvons en faire usage comme des autres données incontestables acquises à la science, parce qu'elle est très-vivement contestée par un assez bon nombre d'autres géologues observateurs, dont les raisons ne manquent pas de puissance.

La formation du relief non pas de toutes, mais de plusieurs chaînes de montagnes, après le dépôt des couches stratifiées qui les recouvrent, aussi bien que la dislocation de certaines vallées, sont incontestées et admises par presque tous les géologues, et cela paraît, en effet, incontestable. Mais de quelle manière ces chaînes de montagnes et ces vallées de dislocations ont-elles été formées? Ici les opinions se partagent en deux camps opposés; les uns veulent que ce soit par un soulèvement de la croûte du globe, occasionné par un refroidissement du noyau fluide de la terre, qui aurait produit un plissement et soulevé l'écorce sans aucun affaissement. C'est, comme nous l'avons vu, l'opinion de M. de Beaumont; mais il s'en faut de beaucoup que ce savant géologue lui ait donné l'exagération insoutenable des adhérents qui ne l'ont peut-être pas assez bien saisie; en effet, M. de Beaumont accepte plusieurs nuances de l'opinion adverse.

Celle-ci veut que les montagnes aient été produites par un affaissement du sol, qui, lui imprimant un mouvement de bascule, aurait abaissé une ligne par l'une de ses extrémités en la relevant par l'extrémité opposée. La même cause de dislocation par affaissement aurait produit les vallées de dislocation.

Mais de quelque façon que le procès soit jugé, le fait fondamental de la production de certaines montagnes à dépôts stratifiés, après la formation de leurs dépôts, et de la production correspondante des vallées de dislocation, n'en demeure pas moins admis par tous; et cela suffit pour rendre compte du gros des phénomènes.

Cependant outre les objections que nous avons déjà vues opposées (1) à la théorie de M. de Beaumont, il en est encore plusieurs autres assez puissantes.

Cette théorie suppose, en effet, l'existence du feu central et la liquéfaction ignée du centre de la terre; hypothèse qui n'est rien moins que démontrée.

(1) Voir Leçon VIII, page 1.2.

Elle suppose que la classification artificielle des terrains correspond à leur position réelle; que, par exemple, les couches diverses des terrains secondaires sont toutes superposées dans un ordre régulier; qu'elles ont été déposées dans un ordre successif; que le trias était tout déposé avant que le lias commençât à se former; que celui-ci était terminé quand les assises dites jurassiques ont commencé; que le sol jurassique était terminé quand la craie chloritée a été déposée; que celle-ci avait terminé sa formation quand est venue la craie tuffau, et après la craie blanche. Or, cette succession si régulière n'est qu'une hypothèse et un artifice de généralisation pour aider la conception, mais qu'il est impossible de démontrer pour tous les points, ni même en totalité pour aucun point du globe. Il est même beaucoup plus probable que beaucoup de couches soit du trias, soit du lias, soit du sol jurassique, soit des diverses divisions de la craie ont pu se former en même temps en différents bassins, de sorte que du trias pouvait se déposer dans un bassin pendant que du lias se déposait dans un autre, des couches jurassiques dans un autre, de la craie chloritée dans un autre, de la craie tuffau dans un autre, et de la craie blanche dans un autre; ou bien ces diverses formations pouvaient se faire en même temps, dans les diverses parties d'un même grand bassin; c'est très-probablement là la conclusion où conduira l'étude plus approfondie du synchronisme des formations qui la laisse déjà entrevoir. Dès-lors, il n'y a réellement plus de place pour les révolutions des soulèvements, qui ne séparent plus des formations qu'on voudrait montrer comme successives, tandis qu'elles peuvent très-bien être contemporaines.

La théorie de M. de Beaumont suppose encore que toutes les montagnes ont été soulevées; or, cette hypothèse n'est nullement démontrée. Bien plus, l'existence des couches horizontales ou même inclinées, etc., suppose des bassins et des courants divers, et ceux-ci des montagnes préexistantes, sans quoi il n'y avait pas de dépôts possibles. Ainsi, les dépôts stratifiés supposent des montagnes existantes, et la théorie ne fait naître les montagnes qu'après la formation des dépôts. Sans doute, on peut dire que les montagnes de la première et de la seconde révolution ont donné lieu aux dépôts que les montagnes de la troisième révolution ont

soulevés ; celles-ci ont donné lieu aux dépôts soulevés ensuite par les montagnes de la quatrième révolution, et ainsi de suite. Mais les dépôts soulevés par la première et la seconde révolutions, comment se sont-ils formés s'il n'y avait pas de montagnes? Il faut évidemment sortir des causes actuelles pour trouver la raison de ces premiers dépôts, et dès-lors nous rentrons dans les inconnues que la géologie positive répudie et doit répudier de plus en plus.

Mais, outre ces objections déjà très-graves, l'examen des faits va nous conduire à en mieux saisir la force, et à voir en même temps si nous pouvons suivre, d'une manière positive, la cause ignée au-delà de la superficie du sol primitif.

« Il n'existe, dit M. de Humboldt, dans aucun hémisphère, parmi les roches, une uniformité générale et absolue de direction ; mais, dans des régions d'une étendue très-considérable, quelquefois sur plusieurs milliers de lieues carrées, on reconnaît que la direction, plus rarement l'inclinaison ont été déterminées par un système de force particulier.

» On y découvre, à des distances très-grandes, un *parallélisme de couches*, une direction dont le type se manifeste au milieu des perturbations partielles, et qui reste souvent le même dans les terrains primitifs et de transition. Cette identité de direction s'observe plus fréquemment loin des hautes chaînes alpines très-élevées que dans ces chaînes mêmes, où les strates se trouvent contournées, redressées et brisées. Assez généralement, et ce fait avait déjà frappé M. Palassou et même M. de Saussure, la direction des couches très-éloignées des chaînes principales suit la direction de ces chaînes de montagnes. Cette uniformité de parallélisme des couches (du Nord-Est au Sud-Ouest) a été observée dans une grande partie de l'Allemagne septentrionale, au Fitchtelgebirge, en Franconie et sur les bords du Rhin ; en Belgique, aux Ardennes, dans les Vosges, dans le Cotentin, dans la Tarantaise, dans la majeure partie des Alpes et en Écosse (1). »

M. de Humboldt cite un grand nombre de géognostes modernes, très-exercés à ce genre d'observations, et qui ont été d'autant plus attentifs à la direction et à l'inclinaison des strates que

(1) *Dict. gén. des sciences nat.*, art. *Indépendance des terrains*, par M. de Humboldt.

ses premières assertions à lui-même avaient été très-vivement contestées.

« Qu'on vienne, dit M. Boué, cité par M. de Humboldt, examiner en Écosse, la boussole à la main, la position des masses minérales, et qu'on sache s'arrêter aux faits généraux ; l'on s'apercevra que la direction des couches est *constante* et correspond à celles des chaînes du Sud-Ouest au Nord-Est, mais que l'inclinaison varie d'après des circonstances locales.

» Dans les Pyrénées, continue M. de Humboldt, la direction générale des strates est, d'après les belles observations de MM. Palassou, Ramond, Charpentier et d'Aubuisson, comme la direction générale de la chaîne, N. 68° O., ou de l'Est-Sud-Est à l'Ouest-Nord-Ouest. Cette même régularité règne dans le Caucase. Aux États-Unis de l'Amérique septentrionale, les roches primitives et intermédiaires sont dirigées, d'après M. Maclure, comme la chaîne des Alleghnanys, du Nord-Est au Sud-Ouest. Les directions du Nord au Sud ou du Nord-Nord-Est au Sud-Ouest prédominent en Suède et en Finlande. Dans les cordillères du Mexique, on observe un type de direction très-général ; les couches qui forment le plateau se dirigent du Sud-Est au Nord-Ouest, parallèlement à la direction de la chaîne d'Amahuac, tandis que l'axe volcanique se prolonge de l'Est à l'Ouest, comme une crevasse qui traverse l'isthme mexicain d'une mer à l'autre.

» La direction des couches anciennes (primitives et de transition) n'est pas un petit phénomène de localité : c'est, au contraire, un phénomène indépendant de la direction des chaînes secondaires, de leurs embranchements, de la sinuosité de leurs vallées ; un phénomène dont la cause a agi, d'une manière uniforme, à de prodigieuses distances, par exemple, dans l'ancien continent, entre les 43° et 57° de latitude, depuis l'Écosse jusqu'aux confins de l'Asie. Quelle est cette influence apparente des hautes chaînes alpines sur des couches qui, quelquefois, en sont éloignées de plus de cent lieues ? J'ai de la peine à croire que la même catastrophe ait soulevé les montagnes et incliné les strates dans les plaines, de sorte que la tranche de ces strates, jadis très-horizontaux, aujourd'hui tous inclinés de 50° à 60° et formant la surface du globe, se serait trouvée à de grandes pro-

fondeurs. Les chaînes des montagnes alpines ont-elles été soulevées ? sont-elles sorties sur des crevasses formées parallèlement à la direction de couches inclinées déjà préexistantes (1) ? »

Les doutes sérieux d'un homme tel que M. de Humboldt, les observations de M. Boué, celles concordantes de tous les géognostes cités par M. de Humboldt, les faits positifs énoncés par toutes ces autorités, faits qui nous montrent une direction générale dans les couches stratifiées en rapport avec la direction des montagnes, tandis que l'inclinaison varie suivant les localités; faits qui nous montrent d'autre part les strates primaires indépendantes des montagnes secondaires, et les montagnee ignées ou volcaniques coupant par leur direction les chaînes primitives granitiques, plus vastes et plus étendues; ces faits et ces autorités, disons-nous, prouvent que les grandes chaînes de montagnes primitives existaient avant le dépôt des strates de transition et des strates secondaires.

En effet, comment concevoir qu'une fois les dépôts formés dans une si vaste direction, les montagnes auraient été ensuite soulevées; et auraient ou bien suivi toujours la direction des strates, ou bien dérangé cette direction pour leur en donner une autre. Dans les deux cas on devrait trouver partout et sur toute la ligne des strates ainsi soulevées ou dérangées, des bouleversements, des brisements, comme on en trouve en effet dans les points très-limités où il y a eu dislocation du sol, comme on les voit encore arriver par les tremblements de terre et les affaissements ou dislocations locales. Mais sur une aussi vaste étendue il aurait dû y avoir bien d'autres dérangements et d'autres bouleversements, et cependant cela n'est pas ; c'est, au contraire, un ordre général de direction harmonique des strates et des montagnes sur tout le globe. Il faut donc accepter que c'est la direction des montagnes préexistantes qui a déterminé la direction générale des strates, car on ne conçoit pas comment celles-ci auraient pu déterminer la direction des montagnes, tandis que le contraire est très-naturel.

D'autre part, s'il n'y avait eu aucune chaîne de montagnes, il n'y aurait eu aucun bassin de mer, aucun courant; car les

(1) De Humboldt, *Dict. gén. d'hist. nat.*, art. *Indépend. des ter.*

bassins et les courants sont déterminés par les chaînes montagneuses. Sans montagnes donc, il n'y aurait eu qu'un immense bassin, partout uniforme, dans lequel les dépôts eussent été nuls; car les montagnes, n'existant pas, n'auraient fourni aucun débris aux dépôts aqueux. Ou bien, si l'on peut supposer que les eaux eussent raviné leur fond, ce qui est encore difficile puisqu'il n'y aurait pas eu de grands courants, les dépôts très-minces eussent été dispersés uniformément sur toute la surface du globe. On ne peut pas supposer non plus que des émanations gazeuses et des précipités chimiques eussent pu produire tous les terrains primaires, etc., car les faits conduisent à d'autres conclusions. Il y a, en effet, des dépôts marins et fluviatiles, dès les terrains primaires ou de transition, donc il y avait des bassins de mer, des terres découvertes et des fleuves; donc il y avait des montagnes. La vaste étendue des couches de transition et leur direction partout en rapport avec celle des grandes chaînes primitives, prouvent que les bassins étaient déterminés, et que les courants qui ont opéré les dépôts étaient dirigés par les montagnes primitives elles-mêmes.

C'est ainsi que nous voyons encore aujourd'hui les dépôts de nos grands fleuves prendre la direction des chaînes de montagnes qui enclavent leurs lits; que les dépôts de rivages prennent, dans nos golfes et nos baies marines, une direction déterminée par celle des rochers et des montagnes qui bornent nos mers; puis donc que les rapports entre les montagnes actuelles et les dépôts qui se forment suivant leur direction, se retrouvent les mêmes entre les vastes dépôts primaires ou de transition et les montagnes primitives, il faut naturellement en conclure que la direction de ces montagnes a régi la direction de ces dépôts pendant leur formation.

L'inclinaison des couches dépend d'une cause analogue, mais plus limitée dans son action. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer ce qui se passe dans nos fleuves, nos lacs, et sur les rivages ou même au fond de nos mers. Les dépôts de sable, d'argile, de marne, de vase que nos fleuves font continuellement, sont toujours inclinés, des deux rives, vers le milieu du lit des eaux, en sorte que leur plus grande épaisseur et leur sommet est vers la terre, et que les couches descendent en s'a-

mincissant et en mourant vers le milieu du fleuve, et l'inclinaison est plus ou moins rapide suivant la proclivité des deux rives.

Le même phénomène s'observe dans nos lacs; leurs dépôts ont aussi leurs sommets et leur plus grande épaisseur vers les rives, et les couches descendent et s'inclinent en s'amincissant vers le centre.

Dans nos grandes baies, les mêmes phénomènes se reproduisent; les couches de sable, de galets, de coquilles, etc., ont leur sommet et leur plus grande épaisseur vers les rivages, et appuyés sur les pieds inclinés des montagnes qui forment les côtes. Ces couches s'inclinent souvent, en diminuant d'épaisseur, pendant une lieue ou plus vers la pleine mer. Mais la rapidité et l'étendue de l'inclinaison des couches dépend de la hauteur et de l'escarpement plus ou moins tranché et rapide des côtes; si les falaises sont d'immenses murailles rectangulaires avec le fond de la mer, il n'y a presque aucune inclinaison dans les couches de dépôts, ou du moins cette inclinaison n'est sensible qu'à une très-grande distance. Si, au contraire, les rivages de la mer sont une série de petites collines en pente douce et presque insensible, où les vents ont un facile accès, les dépôts s'inclinent plus rapidement. L'exposition des baies et la direction des vents qui y soufflent le plus habituellement, exercent une grande influence sur ce phénomène de l'inclinaison.

Enfin, au large dans le bassin des mers, les courants déterminés dans leur direction par celle du bassin, et par conséquent par celle des montagnes qui le renferment ou qui le sillonnent dans ses profondeurs, agissent absolument comme les fleuves et déposent de chaque côté deux bancs qui leur servent comme de rives, et dont les couches sont plus ou moins inclinées du sommet du banc vers le milieu du courant.

Ce qui se passe aujourd'hui s'est fait autrefois; et l'élévation conique et mammelonnée générale des montagnes primitives, nous donne la raison de la puissante inclinaison générale des strates de transition et même des dépôts secondaires.

Ainsi donc l'étendue, la direction et l'inclinaison des couches primaires, leur analogie avec ce qui se passe aujourd'hui dans nos fleuves, nos lacs, nos baies marines et nos mers,

prouvent l'existence de grandes chaînes de montagnes primitives dès le principe, et confirment la thèse par laquelle nous avons établi que la terre fut créée propre à recevoir ses habitants, par conséquent avec ses principales montagnes et ses cours d'eau, etc.

On croyait anciennement, dit Linck (1), que le granit, cette roche composée de quartz, de feldspath et de mica, avait formé la base ou le sol sur lequel s'étaient déposées les autres formations postérieures. Un grand nombre de savants même croyaient que le granit servait de noyau au globe terrestre... Le gneiss ne diffère du granit que par la disposition schisteuse. Le schiste micacé est une roche voisine des deux premières, il ne lui manque que du feldspath pour être du gneiss avec lequel il alterne et auquel il passe.

Or, contrairement à l'opinion ancienne, appuyée cependant par tous les faits que nous venons d'exposer, on a pensé que les granits, les gneiss et les micaschistes étaient des produits volcaniques, des résultats de soulèvements du sol. D'autres géologues regardent les schistes cristallins comme des matières ignées, produites par le premier refroidissement de l'écorce fluide du globe, et ils pensent que cette opération se continue encore à une grande profondeur...

Or, dit fort bien M. Boué (2), comment peut-on appliquer cette idée aux amas de schistes cristallins, à fossiles ou à couches subordonnées coquillières? On trouve des schistes cristallins, des micaschistes, etc., renfermant de véritables bélemnites, comme les terrains secondaires, et plusieurs autres débris organiques. Les gneiss, les micaschistes, en un mot les schistes cristallins, peuvent avoir été modifiés par la cause ignée; mais ils n'ont point été déposés par elle. D'ailleurs, les faits sur lesquels on s'appuie pour supposer leur origine ignée ainsi que celle des granits, peuvent s'expliquer tout différemment.

1° Si nous comparons les chaînes de montagnes et les roches dont elles se composent, nous arrivons bientôt à reconnaître qu'elles concordent exactement avec l'étendue des ro-

(1) Ouvrage déjà cité, *Le Monde primitif*, auquel nous empruntons l'analyse suivante, en grande partie.
(2) *Guide du géologue*, t. I, p. 354.

ches dites primitives. La disposition des roches primitives a donc imprimé au globe terrestre le relief général qu'il a maintenant ; car la disposition et la figure d'une région se moulent sur les chaînes de montagnes qui la sillonnent ; la conformation de l'un et l'existence de l'autre sont donc deux faits qui s'enchaînent réciproquement.

Une preuve que l'apparition des premiers continents dans leur entier, ne peut être attribuée à des éruptions volcaniques, ni à des soulèvements, c'est que souvent nous trouvons des lits subordonnés, d'un calcaire blanc sublamellaire, enfermés dans des couches de gneiss ou de schiste micacé, ou qui leur sont subordonnés. Il est donc très-vraisemblable que ce calcaire doit sa texture à une température très-élevée, à un commencement de fusion. Conséquemment, le gneiss et le schiste micacé trouvèrent, lorsqu'ils parurent, des roches calcaires déjà existantes qu'ils enveloppèrent et qu'ils détruisirent en même temps, et, par suite, disparurent les corps organisés fossiles que ces roches pouvaient contenir. Nous voyons le calcaire de transition, le muschelkalcke, le lias et même les terrains les plus récents de la formation secondaire, en contact avec le gneiss et le schiste micacé, ou s'appuyer sur l'une ou l'autre de ces deux roches. Il fallait donc bien qu'il existât des reliefs et même des couches de gneiss et de micaschistes avant le dépôt des calcaires, etc. Les gneiss et les micaschistes peuvent avoir été formés de deux manières : ceux qui sont purs de tout mélange calcaire et qui reposent sous des dépôts secondaires, peuvent être le résultat de la décomposition de la roche granitique par les eaux ; ceux, au contraire, qui renferment dans leurs couches des calcaires, peuvent être, par le métamorphisme, le résultat de la cause ignée qui, agissant entre les calcaires et les granits, aura déversé par éjections le granit en micaschistes et en gneiss sur les calcaires.

De là le mélange des calcaires avec les gneiss et le changement de leur texture. De là encore le bouleversement des couches calcaires, sans qu'il soit besoin de supposer le soulèvement des montagnes granitiques, qui devaient exister dès le principe, pour qu'il y eût des bassins aqueux et qu'il pût se former des dépôts.

Les montagnes de calcaire qui bordent quelquefois celles de gneiss, l'inclinaison ou la verticalité de leurs couches, ont fait songer aux soulèvements des granits et des gneiss. Mais, outre qu'on peut, dans beaucoup de cas, les expliquer comme ci-dessus, par l'action de la cause ignée sous ces calcaires, et sur le granit déjà en relief, il a pu arriver, dans bien des cas, que les montagnes calcaires se soient déposées là où il y avait des cavités propres à les recevoir, ou même sur les plans inclinés des montagnes primitives encore sous les eaux. C'est ce qui paraît plus probable pour tous les calcaires qui renferment des fossiles.

Mais ce qui prouve encore mieux que les reliefs primitifs du globe ne paraissent dus, ni à des volcans, ni à des soulèvements, ce sont les modifications qu'ils ont éprouvées, plus tard, par les affaissements du sol de remblai et par les éruptions qui ont surgi depuis, et qui se continuent jusqu'à nos jours. On peut, en général, donner aux produits de ces éruptions le nom de porphyriques.

Les roches granitiques sont celles dans lesquelles les minéraux élémentaires sont en petits fragments cristallins mélangés.

Les roches porphyriques ont, au contraire, pour base une substance non cristallisée, dans laquelle sont disséminés des morceaux plus ou moins nombreux de roches cristallisées.

A cette dernière classe appartiennent toutes les matières rejetées dans les éruptions volcaniques plus modernes, même les plus récentes, car les éjections des volcans brûlants présentent encore ces caractères dans un degré plus ou moins développé. A cette classe appartiennent encore le porphyre quartzeux, dans lequel le quartz vient se joindre aux roches cristallisées, qui en font l'élément; on y rapporte encore les autres porphyres non quartzifères, qui comprennent les roches basaltiques et les formations volcaniques nouvelles, qui se ressemblent tellement qu'il est difficile d'en saisir les différences. Les recherches des géognostes établissent que tous les porphyres ont une origine volcanique et que l'on reconnaît dans les éruptions qui les ont rejetés une série qui vient sans interruption jusqu'à celles des volcans aujourd'hui en activité.

Mais cette série ne se lie pas aussi bien aux roches granitiques ; il y a là un hiatus qui fait perdre le fil, et oblige à reconnaître qu'on ne peut suivre le point d'origine plus loin.

Si l'on compare, en effet, les éruptions porphyriques d'origine volcanique avec les granits, on trouve bientôt une différence frappante, qui doit empêcher de reconnaître l'origine volcanique des granits, tandis que les éjections des volcans brûlants conduisent à reconnaître l'origine volcanique des basaltes et des porphyres quartzeux. Car malgré que tous les cônes des volcans présentent des stratifications, elles ne suffisent pas pour établir l'origine plutonique des gneiss et des micaschistes, puisqu'on ne trouve aucun des vrais caractères volcaniques sur les granits, et que cette stratification peut tout aussi bien être due à la cause aqueuse ou à la décomposition, comme nous le verrons bientôt.

Les granits forment de longues chaînes de montagnes non interrompues, tandis que les éruptions porphyriques n'ont donné naissance qu'à des pics isolés de forme conique, qui rarement sont réunis ensemble, ou qui, s'ils le sont, ne constituent que des chaînes fort courtes. Ces pics sont disposés en lignes qui ne sont pas toujours droites, ou, pour parler plus exactement, ils sont disséminés et sans ordre, comme par zones, rapport par lequel ils offrent un point de ressemblance avec des volcans modernes qu'on a constamment reconnus disposés de cette manière. Les zones ou chaînes de montagnes porphyriques affectent une direction toute différente de celle des montagnes granitiques, et souvent on les voit couper ces dernières ; lorsque ce cas se présente, les montagnes atteignent une hauteur considérable. Ainsi la hauteur extraordinaire à laquelle on voit les Alpes s'élever, doit sans doute sa cause à la zone pophyrique, qui, allant du Nord au Sud, coupa la zône granitique, qui va de l'Est à l'Ouest. On observe ce phénomène dans les montagnes porphyriques isolées du Tyrol, près de Glaris, et à Lugano, localités où les montagnes atteignent une hauteur prodigieuse, tandis qu'au contraire les ramifications des monts Euganéens, qui partent du versant sud des Alpes, et celle à laquelle appartient le Hohentwiel, n'ont qu'une élévation médiocre, par-

ce qu'elles appartiennent déjà à la chaîne granitique. La hauteur du *Schneekapp*, dans le petit *Schneegrube*, peut très-bien avoir pour cause une éruption balsaltique; comme l'élévation du Bockem, près d'Ielfeld, peut aussi avoir été déterminée par le porphyre. — Nous apprenons, par ces blocs de granit lancés au loin et disséminés, qu'on trouve en Suisse et sur diverses parties du globe, sans aucune apparence de bouche volcanique d'où ils aient pu partir, que la formation granitique n'aurait pu d'elle-même s'élever à la hauteur où nous la voyons. Ces blocs de granit ou gneiss viennent des deux couches composées de ces roches existant déjà depuis longtemps, lorsqu'elles furent brisées par les efforts de cette puissance qui agissait sous elles, dans leur sein, ou à leur point de contact avec d'autres couches. Il existe encore beaucoup d'autres faits qui contredisent le soulèvement des Alpes par le granit, mais il serait trop long de les énumérer.

Aux réflexions précédentes empruntées en grande partie à l'excellent ouvrage de M. Linck (1), nous en ajouterons quelques autres, non moins remarquables, de M. Breislack, dans son introduction à la géologie.

Ce savant, qui s'est spécialement appliqué à l'étude des volcans, s'est efforcé de prouver que les volcans ne sont point liés avec le feu central, qu'il n'admet pas; qu'ils sont dus à des causes postérieures à la première formation du globe. Il accepte en partie et corrige la théorie de Buffon sur la première formation du globe. La combinaison du calorique avec les divers matériaux des roches primitives, aurait, selon lui, produit, dans les roches primitives, un état de mollesse et des émanations gazeuses qui, jointes au refroidissement et au mouvement de rotation de la terre, auraient soulevé les montagnes primitives et formé les granits, les gneiss, les micaschistes, les porphyres et leurs mélanges. Les mêmes causes auraient aussi formé les cavernes, qui seraient devenues le siége des premiers volcans et la cause des affaissements postérieurs. Telle est, en quelques mots, l'idée fondamentale de son système, que nous

(1) *Le Monde primitif, etc.*

ne discutons pas pour le moment, mais qu'il était utile d'indiquer pour comprendre ses réflexions.

« On observe, dit il (1), dans quelques montagnes secondaires une certaine disposition de couches sur une face, et, passé un angle, on voit une disposition contraire sur la face contiguë à laquelle devrait correspondre la continuation des mêmes couches. En outre, j'ai souvent observé dans les roches des montagnes, quelques lignes parallèles qui semblaient être des divisions de couches; et, en suivant pendant un certain temps leurs traces, on voyait qu'elles disparaissaient, et que ces couches apparentes étaient autant de subdivisions de couches plus grandes, qui résultaient aussi d'autres divisions de la roche.

» L'observation faite par Saussure, sur la route qui conduit de Lyon à Genève, est très-spécieuse. A la distance d'un quart de lieue de Nantua, on voit, sur la droite, une petite montagne calcaire isolée, de forme conique, composée de couches verticales d'un côté, et, de l'autre, pliées en arcs qui entourent la montagne comme les couches d'un oignon. Dans quelques endroits, ces couches sont divisées par de larges crevasses. Que l'on multiplie les cataclysmes, les convulsions, il ne sera jamais possible d'imaginer la formation de telles couches : au contraire, il est très-facile de voir en elles les progrès de la décomposition qui, souvent, sans attaquer les éléments d'une substance pierreuse, peut la séparer en quelques parties, et la diviser en masses qui aient un aspect de régularité.

» J'ai vu, près de la mer, quelques écueils calcaires fendus de manière à former de gros parallépipèdes si réguliers, qu'ils rappelaient l'idée des basaltes; cependant, la dureté et la cohésion de la pierre n'étaient pas du tout diminuées. Swinburne fut une fois tellement trompé par cette apparence, qu'en parlant des îles des Sirènes, près du golfe de Naples, il affirma qu'il y avait des prismes de basalte dans leur plage, tandis qu'il n'y a que des écueils calcaires qui, par leur décomposition, ont pris une forme quadrilatère grossière.

» Il me semble que les géologues n'ont pas considéré avec

(1) *Introduct.*, p. 234.

toute l'attention nécessaire, la manière d'agir de la décomposition, et les modifications qu'elle peut apporter dans l'apparence extérieure des roches. Cette force, produite par l'action lente, mais continue, de la lumière, du calorique, de l'eau, soit fluide, soit sous l'état de glace, de l'air, ou tranquille ou agité par les vents, des vapeurs, de l'électricité, et de tous les fluides gazeux qui se répandent ou se produisent par le moyen de nouvelles combinaisons dans le sein de l'atmosphère ; cette force, dis-je, qui n'a jamais cessé d'agir depuis que le globe existe, mérite bien d'être examinée et calculée par les philosophes. »

« Je crois très-probable que la grande irrégularité que l'on observe quelquefois dans les couches superficielles de quelques roches, dépend de l'inégale distribution de quelques substances métalliques, par exemple, l'oxyde de fer, de manganèse, etc., qui s'est faite dans leur masse à l'époque de leur première formation. Les causes de décomposition précitées portent leur action principalement sur ces matières : elles rencontrent dans leur direction une moindre résistance ; et à mesure qu'elles s'avancent, elles détruisent la continuité des parties de la roche, à laquelle elles donnent un aspect de stratification (1). »

A l'appui de sa manière de voir, Breislak cite les carrières de calcaire grossier de Costoja, dans lesquelles la stratification n'apparaît qu'à l'extérieur, tandis qu'il n'y en a aucune trace à l'endroit intérieur où l'excavation est récente.

Nos propres observations sur les roches granitiques nous ont amené à penser aussi que la décomposition est une des grandes causes des modifications des roches à leur superficie. Ainsi, dans les nombreux granits de Bretagne, toute la partie superficielle est souvent divisée en un sable grossier à gros grains et jaune d'oxyde de fer, tandis que, au-dessous, se trouve le granit compacte d'un très-beau grain. Ailleurs, ces sables grossiers et ferrugineux sont en strates, analogues aux gneiss, et au-dessous encore se montre le granit compacte. Mais, dans l'un et l'autre cas, on aperçoit dans les grandes carrières ouvertes, ou sur les falaises de nos côtes, les granits, immédiatement

(1) Breislak, *Introduct. à la géol.*, p. 234-236.

au-dessous des sables ou des couches superficielles, se diviser par grands prismes, dont les lignes comme la surface extérieure prennent la couleur d'oxyde de fer. Souvent aussi ces mêmes granits se décomposent par couches concentriques, comme les feuilles d'un oignon, présentant au centre un noyau granitique compacte, parfaitement arrondi, bien qu'il soit encore dans les feuillets qui font partie de la roche. Par suite de ces décompositions, de ces divisions prismatiques, on voit souvent d'énormes blocs se détacher de la falaise, en la coupant à pic. — Ailleurs encore on voit le granit en décomposition passer insensiblement à un granit sableux grossier, puis à une argile jaunâtre, moitié sable granitique, moitié argile, puis insensiblement l'argile prédomine, en laissant toujours apercevoir les grains granitiques couleur d'oxyde de fer, et enfin ce n'est plus que de l'argile.

Tous ces faits qui s'accomplissent également dans les montagnes granitiques, situées loin des mers, portent à croire que la décomposition joue un très-grand rôle dans la formation des granits en couches, des gneiss, par conséquent, et même des micaschistes; qu'elle est aussi une des grandes causes des bouleversements, des déchirures, etc., des montagnes primitives.

Si l'on vient ensuite à considérer les schistes appuyés sur les granits, on ne peut s'empêcher encore d'attribuer à la décomposition la plupart des modifications qu'ils présentent; et, quant à leurs immenses feuillets verticaux, il suffit, pour s'en rendre compte, de voir les argiles accumulées par les eaux, et, pénétrées par leur filtration, se dessécher au soleil ou à l'air, pour concevoir cette verticalité. Souvent, en effet, ces argiles récentes ou ces marnes argileuses, en se desséchant, se divisent en lames verticales; ce phénomène observé en petit nous a frappé plus d'une fois; transporté ensuite sur les immenses feuillets verticaux de nos montagnes schisteuses arrondies de Bretagne, et sans aucune trace de commotion, de déchirures, il nous a paru expliquer la verticalité ou l'inclinaison de ces grands feuillets beaucoup mieux que des soulèvements dont on n'aperçoit aucune trace saisissable. En observant nos schistes à trilobites de Gourin, on se convainc bien vite qu'ils sont tous cristallisés en rhomboèdres à six faces, plus ou moins grands;

et que leur verticalité, comme leur inclinaison, et leur direction parallèle, du Nord-Est au Sud-Ouest, sont uniquement des effets de la cristallisation et nullement les résultats d'un soulèvement.

Or, ces observations aussi bien que les effets de la loi de décomposition, nous paraissent également applicables, dans un grand nombre de cas, aux montagnes et aux formations secondaires.

Mais pour revenir, avec Breislack, aux montagnes primitives, l'hypothèse de leur formation par l'eau ou par le feu offre plusieurs difficultés. La première naît de l'alternance des roches qui composent ces chaînes. Car si on les suppose d'abord horizontales, comme le granit, le porphyre, le gneiss alternent entre eux sans aucune régularité constante, la même chose devait exister dans la position horizontale ; et par cette raison il ne semble pas qu'on puisse admettre avec les Neptuniens des précipitations régulières et successives d'abord des granits, ensuite des porphyres, des gneiss, etc. « Cette hypothèse devient plus invraisemblable encore si nous considérons l'énorme quantité de matière qui compose une chaîne de montagnes.

Superficie des Alpes. — » On peut calculer la superficie des Alpes environ à six mille lieues carrées. Que les cataclysmes du globe aient été aussi considérables qu'on voudra l'imaginer, on trouvera toujours de la difficulté à concevoir une force de la nature, suffisante pour ébranler et déplacer cette masse énorme de matière déjà consolidée. Je pourrai concevoir qu'une partie du globe s'enfonce par l'écroulement des cavernes souterraines; mais qu'une masse de matières aussi considérable que celle qui forme une chaîne de montagnes, puisse, après sa consolidation, être soulevée, renversée et portée hors de sa position originaire, cela me paraît un phénomène qui surpasse les forces connues de notre planète. Il serait également inutile de dire que de nombreux cataclysmes se sont répétés plusieurs fois sur différents points, puisque l'uniformité de la direction et de l'inclinaison de quelques couches sur toute l'étendue d'une même chaîne montre que chacune d'elles a été formée, pour ainsi dire, d'un seul jet. Ebel a démontré que, dans la chaîne des Alpes, toutes les espèces de roches primitives, sans exception, sont disposées par couches et par bancs très-distincts, et qu'ils ont constam-

ment une direction de l'Ouest-Sud-Ouest à l'Est-Nord-Est. De sorte que, dans tous les systèmes de couches, on ne voit nulle part le moindre désordre, la moindre courbure ou déplacement irrégulier, mais qu'on observe partout une certaine uniformité qui ne peut s'allier avec l'idée des cataclysmes ou des révolutions (1). »

Les géologues ont observé que les chaînes de montagnes les plus étendues, soit en Europe, soit en Asie, soit en Afrique, soit en Amérique, ont une direction constante de l'Ouest à l'Est, ou au moins elles en dévient fort peu. « Il semble que cette direction constante a été déterminée par une force d'une espèce particulière, et paraît indiquer une cause qui a agi d'une manière régulière et uniforme, telle que serait le mouvement de rotation du globe, qui s'opère, en effet, dans la direction de l'Ouest à l'Est.

» Je ne pourrai jamais me persuader que les couches inclinées ou verticales des montagnes aient pris cette position après leur consolidation ; que dans le principe elles aient été horizontales, et que leur situation ait été changée par l'effet des cataclysmes et des révolutions arrivées dans le globe. Je sais que telle a été l'opinion de l'illustre Saussure, dont l'autorité a entraîné la plus grande partie des géologues; cependant j'ignore si cette opinion peut se concilier avec l'observation que dans quelques couches inclinées ou verticales, on ne voit souvent aucune rupture pendant des espaces assez étendus, et que quelquefois on trouve des sinuosités ou des courbures sans aucune interruption. Il ne me paraît pas qu'il soit possible de changer la position et de plier un corps durci et consolidé sans en rompre les parties. Si l'on veut soutenir que la situation primitive des couches a été l'horizontale, il me paraît plus vraisemblable de penser que leur position a été changée lorsqu'elles n'étaient point encore affermies; et dans le développement des gaz nous aurons, à mon avis, une cause proportionnée à l'effet que l'on veut expliquer (2). Il ne faut cependant pas oublier que la stratification est quelquefois une apparence produite par la décomposition de la superficie des montagnes. »

(1) Breislak, *Introduct. à la géol.*, p. 299-300.

(2) Breislak suppose la terre originairement fluide et se solidifiant par le refroidissement.

Breislak examine ensuite et combat le creusement des vallées et la formation des grandes montagnes par l'érosion des eaux, soit météoriques, soit des fleuves, soit de la mer; puis il ajoute: « Comme nous devons raisonner d'après les idées que nous avons, et d'après les forces qui agissent dans la nature, puisque nous n'en connaissons aucune qui ait une énergie suffisante pour creuser les vallées et former ces grands et profonds enfoncements qu'on y trouve, il me paraît très-vraisemblable de penser que ces phénomènes ont accompagné la première consolidation du globe, et, par conséquent, qu'on doit les regarder comme des impressions laissées sur la superficie par les causes qui en produisirent la consolidation, c'est-à-dire par le développement des gaz, de la manière dont nous l'avons expliqué. Cependant, à cette cause que je regarde comme la première, on doit joindre celle des fentes produites par le retrait de la matière terrestre pendant qu'elle se refroidissait. Partant, en regardant les vallées comme contemporaines de la consolidation des montagnes, et formées par les mêmes causes qui produisirent les élévations, il s'ensuit que ce ne sont pas les eaux qui ont creusé les vallées, mais que ce sont les vallées qui ont déterminé le cours des eaux (1). »

Rapportant donc toutes les montagnes et les vallées primitives à la première conformation de la terre, Breislak montre qu'elles ont déterminé la formation des dépôts secondaires, et aussi celle des montagnes et des vallées qui accompagnent ces dépôts, et que les mêmes causes ont pu y opérer les mêmes effets après leur formation; qu'ainsi le retrait et le desséchement auront produit des fentes, puis la grande cause de décomposition sera venue agrandir ces fentes, occasionner, par suite, des éboulements, des dérangements d'équilibre, etc., etc., et ainsi des couches se seront brisées; d'autres paraîtront contournées par le seul effet du progrès de la décomposiion. Sans accepter entièrement que tous les déchirements des terrains secondaires soient dus à cette cause, on est cependant obligé de lui accorder une part assez large dans les faits géologiques.

Quoi qu'il en soit, tout nous amène donc à conclure que les

(1) Breislak, *Introd. à la géol.*, p. 302-316.

reliefs granitiques dans leur généralité appartiennent à la première constitution du globe ; ce qui n'empêche pas d'admettre, qu'en plusieurs cas le granit a pu devenir la matière d'éjections volcaniques, et par suite se trouver superposé à des couches stratifiées.

Mais tous les géognostes s'accordent, dit M. de Humboldt, à reconnaître que les granits primitifs, différents des quelques granits plus récents (ainsi éjaculés des primitifs), forment la base de toute l'enveloppe corticale du globe ; c'est sur cette immense base que reposent tous les terrains stratifiés, primaires, secondaires et quelquefois tertiaires. Ces granits primitifs forment, par leurs reliefs, toutes les immenses chaînes de montagnes qui sillonnent la surface du globe. Çà et là seulement, elles sont coupées ou surmontées par des montagnes pyroxéniques de peu d'étendue, ou par des montagnes de substances stratifiées. La roche granitique est quelquefois interrompue par des masses de terre végétale primitive et neuve, qui est une sorte d'argile le plus souvent jaune, à grain très-fin, et parsemée de particules grenues de fer, de sable quartzeux, ferrugineux, micacé, qui prouvent le voisinage et la coexistence des granits. Cette même terre recouvre très-souvent le sol granitique et forme la terre végétale vierge.

En résumé donc, le parallélisme général des couches avec une direction constamment en rapport avec celle des grandes chaînes de montagnes, au milieu de perturbations partielles ; l'indépendance des chaînes primitives des strates secondaires ; les montagnes ignées ou volcaniques coupant, par leur direction, les chaînes primitives granitiques, plus vastes et plus étendues, nous ont conduit à douter, avec M. de Humboldt, que les grandes chaînes alpines, les montagnes primitives aient été soulevées. La vaste étendue des couches de transition et leur direction partout en rapport avec celle des grandes chaînes primitives ; l'analogie de ces dépôts avec ceux que nous voyons se former encore aujourd'hui en rapport avec la direction des montagnes ; l'inclinaison des couches anciennes, en rapport avec les inclinaisons locales des montagnes, comme celles qui se forment aujourd'hui, s'inclinent aussi dans le même rapport avec les rives des fleuves ; les falaises des mers et leurs chaînes

de montagnes prouvent l'existence des chaînes de montagnes dès le principe.

La présence des fossiles dans les schistes cristallins primaires et de transition, ne permet pas d'en attribuer l'origine à la liquéfaction ignée; l'uniformité de composition des montagnes primitives, la conformation des diverses régions du globe en rapport avec ces montagnes, ne permettent pas de les attribuer à des soulèvements postérieurs; d'autre part, le mélange et l'alternance des calcaires et des schistes cristallins ne permettent pas davantage de les attribuer à la cause ignée primitive.

Les modifications porphyriques évidemment postérieures, dans la plupart des cas, aux montagnes granitiques; ces mêmes porphyres, se liant par une chaîne continue aux produits volcaniques, tandis que les granits contrastent par leur composition, leur texture, leur vaste étendue, leur direction régulière et avec des porphyres et avec des produits volcaniques, prouvent que les chaînes granitiques ne sont point dues aux mêmes causes.

Les strates plus ou moins contournées ou verticales des montagnes primitives, les bouleversements et les déchirures de ces montagnes, paraissent bien plutôt dues à la puissance de la décomposition, qui a toujours agi et qui produit encore de tels résultats, qu'à des soulèvements; on doit en dire autant des strates des montagnes secondaires. La verticalité des immenses feuillets des schistes primitifs paraît bien plutôt due à leur mode de dessèchement et de filtration des eaux, à leur cristallisation, qu'à toute autre cause.

L'impossibilité de concevoir le soulèvement d'immenses couches solides sans qu'elles aient été brisées; la difficulté de concevoir le soulèvement même des masses immenses de matières qui forment les montagnes, surtout quand on considère que toutes les grandes montagnes ont une même direction et qu'elles auraient dû, par conséquent, être soulevées par une cause qui aurait agi d'une manière régulière et uniforme; l'impossibilité d'attribuer le creusement des vallées et la formation des grandes montagnes à l'érosion des eaux, soit météoriques, soit des fleuves, soit de la mer, obligent à rapporter les vallées et les montagnes primitives à la première conformation du globe.

Il y a évidemment un hiatus entre les derniers groupes secondaires et le sol plus ou moins primitif; car si l'on peut déterminer approximativement l'âge relatif ou la position des terrains qu'on appelle pénéen et houiller et de tous les étages supérieurs, cela n'est plus possible pour les derniers groupes dits hémilysiens. En effet, dans l'hypothèse même des bouleversements, ce que l'on dit des dislocations successives éprouvées par l'écorce du globe et de la position des terrains primordiaux placés ordinairement sur leur tranche, fait sentir que les superpositions sont tout-à-fait insignifiantes parmi ces terrains qui, supposés relevés par une première dislocation, peuvent avoir été renversés en sens contraire par une seconde, puis relevés par une troisième, et ainsi de suite, de sorte que dans l'hypothèse même des soulèvements, les superpositions sont souvent dans le cas d'égarer, plutôt que d'éclairer l'observateur.

L'étude des corps organisés ne peut pas davantage servir de guide, puisque leur différence, quelque tranchée qu'elle paraisse, ne prouve jamais qu'une différence dans les circonstances biologiques.

Toutes les hypothèses proposées pour expliquer la formation des premiers terrains hémilysiens et surtout des granits, sont tellement hérissées de difficultés insolubles qu'il est impossible d'attribuer ces formations aux causes actuellement agissantes. La grande ressemblance entre la nature chimique des roches des terrains porphyriques et granitiques nous conduisent à les rapporter à la même source, leur différence de texture, jointe au fait de l'infiltration des veines de granit dans les porphyres ou, vice-versâ, des veines de porphyre dans les granits, peut très-bien s'expliquer par l'action de la couche pâteuse qui envelopperait le noyau du globe, et qui aurait été réduite à cet état par l'action de l'éther créé le premier jour.

L'absence des débris connus d'êtres vivants dans le terrain talqueux ne fait que constater l'état actuel des observations, mais ne prouve pas qu'on n'en rencontrera pas. Mais, quand même cette absence serait démontrée absolue, cela prouverait seulement que la vie n'existait pas sur le globe quand ces terrains ont été formés.

La circonstance que les végétaux dominent dans le terrain houiller, tandis que les terrains antraxifères et ardoisiers ne présentent, en général, que des débris d'animaux, jointe à l'idée *théorique* qu'il ne devrait pas y avoir de terres découvertes dans ces époques reculées, ont porté plusieurs naturalistes à penser que les animaux ont précédé les végétaux. Or, une théorie qui arrive à une pareille conclusion est jugée! elle se réfute d'elle-même; car la vie animale ne peut exister en aucune façon sans la vie végétale.

De plus, comme les terrains antraxifères et ardoisiers contiennent des débris d'animaux et même des traces de végétaux, il est impossible d'accepter que ces terrains aient été formés lorsque le sol était incandescent et les eaux alternativement liquides et en vapeurs, comme le veut la théorie plutonienne sur l'origine du globe.

Comment croire, en effet, qu'il ait pu exister des végétaux sur un sol trop échauffé pour conserver des eaux permanentes, ou qu'il y ait eu des animaux aquatiques avant l'existence de ces mêmes eaux permanentes?

Croira qui voudra, mais des théories qui arrivent ainsi au renversement de toutes les lois connues, sont jugées devant la raison!

Enfin, on trouve dans les terrains hémilysiens tous les grands types d'organisation végétale et animale.

Il faut donc en conclure : 1° que les végétaux et les animaux ont existé en même temps; 2° que les terrains hémilysiens se sont pour la plupart formés comme tous les terrains qui contiennent des débris organiques; 3° que les terrains antraxifères et ardoisiers ont été déposés de la même manière; et 4° qu'enfin l'incandescence primitive de la terre et des eaux est incompatible avec les faits naturels.

Ainsi l'immense étendue des granits primitifs et leurs chaînes de montagnes, dont la formation ne peut être expliquée par aucun des résultats de la cause ignée ou de la cause aqueuse, dont nous pouvons suivre les effets jusqu'aux granits, a fait chercher leur origine dans des hypothèses sans consistance et sans fondement, qui n'avaient d'autre mérite que de vouloir remplacer l'action créatrice par des imaginations gi-

gantesques, sans appui dans les faits connus, et sans vraisemblance rationnelle.

L'indépendance des granits primitifs de tous les phénomènes ignés ou aqueux, et, au contraire, la dépendance où tous les effets de ces deux causes, évidemment postérieurs aux granits, sont de cette roche et de ces chaînes de montagnes, prouvent que les granits primitifs sont antérieurs à toute la série des effets que nous pouvons attribuer aux causes secondes, aux causes physiques connues, et d'autre part que leur origine ne peut être attribuée à ces mêmes causes, puisque nulle part nous ne pouvons la relier à leurs effets certains, ou probables, ou même vraisemblables.

Ces immenses bases granitiques sont le premier siége, le point de départ d'où nous pouvons suivre l'action des deux causes aqueuse et ignée jusqu'à nous ; au-delà de cette base, la cause créatrice seule peut satisfaire la raison.

En effet, la toute-puissance divine, en créant la terre nécessairement pour un but, devait la disposer pour ce but. Nous ne pouvons douter que la terre ne fût destinée à être le séjour des végétaux, des animaux et de l'homme ; dès-lors il fallait bien qu'elle offrît des bassins de mer, des continents, des montagnes, des vallées et des fleuves, avec des terres végétales primitives. Or, c'est justement ce que nous présente la vaste enveloppe granitique du globe, avec ses immenses chaînes de montagnes, entrecoupées ou recouvertes de terre végétale primitive argileuse, qui se lie et s'enchaîne aux granits. Seules, à l'exception de tout le reste, ces chaînes déterminent les bassins marins et les continents actuels ; seules, elles ont déterminé les anciens, et donné lieu à toutes les formations du sol de remblai. Elles réunissent donc les conditions voulues par les lois des êtres créés, pour servir de point de départ et correspondre à la destinée de la terre. Dès-lors, leur direction générale dans le même sens peut avoir été calculée dans un but harmonique, d'une part, avec le mouvement de la terre, ce qui paraît, en effet, et d'autre part, comme conséquence, avec les conditions d'existence des êtres, et même avec le développement de l'humanité dans son évolution sur la terre.

Après les granits primitifs viennent les gneiss et les mica-

schistes aussi primitifs, c'est-à-dire ceux[1] qui ne renfermeraient aucun débris organique ; nous serions assez portés à les considérer aussi comme datant leur origine de la création de la terre; cependant comme ils peuvent être expliqués par le concours de la cause aqueuse et de la cause ignée, on peut, assez vraisemblablement, les regarder comme en étant les premiers effets, sans qu'on puisse le prononcer avec certitude.

Les gneiss et les micaschistes à débris organiques et entremêlés de calcaires ou alternant avec eux, aussi bien que les lambeaux granitiques qui se trouvent dans le même cas, se prêtent déjà bien mieux à être reconnus comme les premiers effets des deux causes, aqueuse et ignée, combinées ; il en faut dire de même de toutes les roches porphyriques primitives; elles portent les caractères de la cause ignée.

La question ainsi nettement posée, il serait important d'exposer l'étendue et les limites des chaînes granitiques pour chaque grand bassin, afin de saisir leur influence sur les dépôts divers, résultant de leur décomposition et des autres éléments qui sont venus s'y ajouter, et qui tous ont été régis dans leur direction, leur inclinaison, etc., par celles de ces chaînes primitives. Mais cela ne peut être permis dans un travail de la nature de celui-ci, nous nous contenterons de cette exposition pour quelques bassins, quand nous aurons recherché l'origine et le siége de la cause ignée volcanique, et résumé toutes les causes qui ont dû agir dans ces bassins primitifs pour former le sol de remblai.

Pour le moment, nous croyons avoir démontré que l'hypothèse des révolutions successives, par le soulèvement successif des grandes chaînes de montagne est inadmissible; qu'elle ne peut être soutenue ni *à priori*, ni *à posteriori ;* que nous n'avons absolument aucune cause naturelle connue pour expliquer l'origine de ces montagnes, et que l'action créatrice seule résout la question d'une manière rationnelle.

LEÇON XVIII.

DES VOLCANS ; LEUR SIÉGE ET LEURS CAUSES.

Nous ne pouvons suivre la cause ignée volcanique plus loin que les porphyres; or, ces porphyres ne sont que des points dispersés et pour ainsi dire accidentels dans les immenses chaînes granitiques. L'axe volcanique, qui traverse l'isthme mexicain d'une mer à l'autre, coupe la direction générale des grandes chaînes américaines ; ailleurs les volcans sont disséminés par zones, tout-à-fait indépendantes de la direction générale des montagnes.

Les éruptions porphyriques ne sont que des pics isolés de forme conique, rarement réunis ensemble, disséminés sans ordre, comme par zones, ainsi que les volcans modernes; comme ceux-ci, les pics porphyriques affectent une direction toute différente de celle des montagnes granitiques et souvent on les voit couper ces dernières.

Tous ces faits, joints à ce que nous avons dit dans la précédente leçon, sur les grandes chaînes granitiques, prouvent, à notre avis, que l'on ne peut chercher le siége et le foyer des volcans dans le centre de la terre, au-delà des granits.

Puis donc, que les granits primitifs ne peuvent être attribués à la même cause que les roches porphyriques et volcaniques, et que le siége des volcans les plus profonds ne peut être cherché au-delà des granits, quelle peut être la cause du feu, de la chaleur développés dans les volcans ?

Selon Buffon, les substances végétales et animales enfouies dans le sein de la terre, les charbons, les pyrites humectées par l'eau et s'enflammant d'elles-mêmes, les bitumes, sont la cause de l'embrasement des volcans, qui ont leur siége dans les couches schisteuses les plus inférieures, et sur le sol primitif. L'air, suivant lui, encore, est nécessaire à leur embrasement, au moins pour l'entretenir; il donne bien d'autres preu-

ves de cette thèse que nous avons exposée dans notre cinquième leçon. Werner plaçait aussi le siége des volcans non loin de la superficie du sol.

De Lamétherie a longuement analysé la question des causes et du siége des volcans (1); les substances organiques, les bitumes, les soufres, les pyrites, les bois fossiles, les tourbes, les charbons entretiennent, selon lui, et causent les feux volcaniques. Les eaux des mers et même les eaux douces y contribuent aussi. Il cite un grand nombre de faits et d'expériences à l'appui. Il donne des raisons graves de croire que les foyers volcaniques peuvent être dans tous les terrains, mais plus spécialement dans le sol primitif et de transition.

Or, les faits généraux sont venus confirmer la thèse de ces savants observateurs, dont l'opinion a été partagée par beaucoup d'autres; et l'analyse qu'ils ont faite des phénomènes volcaniques semble fournir à l'appui de leur opinion des preuves qu'il est impossible de réfuter et que l'hypothèse du feu central ne peut contre-balancer, puisqu'elle ne peut se démontrer qu'en supposant que les montagnes primitives et les volcans sont ses effets; c'est-à-dire qu'elle ne peut se prouver que par ce qui est en question; et même elle est impuissante à expliquer tous les phénomènes volcaniques, tels que la présence ou la production de l'eau, des bitumes, etc.; et que les montagnes primitives ne peuvent, comme nous l'avons vu, lui être attribuées. Tout semble donc se réunir pour démontrer de plus en plus que le siége des volcans est superficiel et que leurs feux ont pour cause des agents naturels connus, provenant des agents physiques extérieurs et de la décomposition des substances contenues dans leurs foyers.

Breislak, l'un des naturalistes les mieux placés pour étudier les phénomènes volcaniques, et celui peut-être qui les a étudiés avec plus de soin, le plus longtemps et sur une échelle plus large, va nous fournir de nouveaux renseignements et de nouvelles preuves à l'appui de notre thèse. S'il modifie la manière de voir de Buffon et de Lamétherie, il en accepte cependant le fond et les points capitaux (2).

(1) Voir notre VIIe Leçon.
(2) Breislak, *Introduction à la géologie*, ch. VIII, *des volcans*. Paris, 1812.

Après avoir examiné et discuté les opinions de ses prédécesseurs sur la cause des volcans, M. Breislak rappelle ses travaux de 1798, dans lesquels ses conjectures étaient bornées au Vésuve ; mais il lui semble très-probable que les causes générales dont dépendent les embrasements des volcans, peuvent recevoir des modifications correspondantes à la différente nature des lieux dans lesquels ils se forment. L'Etna et le Vésuve sont des volcans ardents, et pourtant les vapeurs du premier abondent d'acide sulfurique, celles du second, d'acide muriatique.

Or, l'antiquité très-reculée du Vésuve, la multiplicité, l'intensité et l'intermittence de ses incendies, ne peuvent, selon Breislak, s'adapter à l'hypothèse de l'embrasement des charbons, des pyrites ou des sulfures métalliques. « Dès que les sulfures de fer sont enflammés, ils marchent vers leur destruction, et dans une mine de charbon fossile en combustion, le feu doit s'éteindre après quelque temps, lorsque la substance charbonneuse sera consumée : nonobstant cela, les sulfures métalliques peuvent se décomposer tranquillement et pendant plusieurs siècles, mais sans s'enflammer, et dans leur décomposition ils produiront des vapeurs et de la chaleur. Nous en avons des exemples dans les lagunes de Toscane et dans la solfatare de Pouzzole, qui, depuis le temps de Strabon, produisait beaucoup de vapeurs.

» Il y a beaucoup de matières bitumineuses dans la chaîne de l'Apennin qui passe à l'est du Vésuve, et il paraît que dans cette étendue de pays il y a une grande quantité de charbon fossile ou d'argile bitumineuse. Nous en avons des traces à Gifone, dans la principauté de Salerne, dans la province de Monte-Fusco, et j'en ai encore trouvé dans les environs de Bénévent. La pierre calcaire fétide de Castellamare est pénétrée de bitume, et le calcaire fétide est ordinairement voisin des substances bitumineuses. Il y a des sulfures de fer dans cette même chaîne de montagnes ; et si on en trouve à la surface de la terre, il est probable qu'il en existe également dans le sein de la même montagne. Il est aussi très-probable que les sulfures de fer sont, ou mêlés aux substances bitumineuses, ou peu éloignées d'elles. Les charbons fossiles et les py-

rites gisent le plus ordinairement ensemble, dans les mêmes contrées. Si les pyrites, pénétrées par l'humidité, se décomposent lentement et sans inflammation, il en résultera une chaleur qui agira sur les substances bitumineuses et en fera distiller le pétrole. En outre, les charbons fossiles sont riches en soufre et en ammoniaque, substances qui devront s'unir au pétrole qui a la faculté de les dissoudre.

» Partant, je conçois, dans les lieux où est situé le Vésuve, des vides et des cavernes souterraines. Il ne me semble pas qu'on puisse douter de leur existence et de leur étendue. Toute la matière qui compose le Vésuve, le Monte-Somma, la base de ces deux montagnes et plusieurs milles aux environs (matière qui a été fondue, ou modifiée par le feu, ou jetée en morceaux détachés par la force de l'explosion), toute cette matière, dis-je, étant sortie des entrailles de la terre, a dû y laisser plusieurs cavernes dans lesquelles le volcan travaille actuellement, étendant toujours plus son foyer... Je conçois donc que le pétrole qui est distillé par les Apennins se rassemblait dans ces cavernes souterraines. Il me semblait aussi très-probable que le pétrole se chargeait d'une matière phosphorique et de quelque quantité d'eau saturée de muriate de soude. La première conjecture était fondée sur l'observation que la pierre calcaire de l'Apennin de Castellamare, près du Vésuve, pulvérisée et jetée sur le feu, donne une lumière phosphorique verdâtre, comme celle de l'Estramadure et de Marmarosch. J'ai répété plusieurs fois cette expérience sur quelques variétés de carbonate calcaire de cet endroit, et j'ai toujours trouvé le même effet... On sait maintenant que le phosphore et son acide sont abondants dans les fossiles. Quant à ce qui concerne l'eau saturée de sel marin, j'étais porté à croire qu'elle se rassemblait dans les vides du Vésuve avec le pétrole, vu la quantité de muriate de soude qui existe dans les Apennins, à l'est du Vésuve. Les eaux de Castellamare sont chargées de muriate de soude; près des ruines de Pestum, il y a un fleuve d'eau salée, et dans les environs d'Avellino, il y a plusieurs sources également d'eau salée. Comme tous les fluides qui circulent dans le globe tendent vers les parties les plus profondes, c'est-à-dire à la mer, il me semblait très-naturel que ces différentes substances fluides se

dirigeassent par les canaux souterrains vers les profondeurs du Vésuve, situé à la plage de la mer. Le pétrole étant spécifiquement plus léger que l'eau salée, doit la surnager; il est volatil; et, comme il fournit du gaz hydrogène, il s'enflamme très-facilement. Si un courant de matière électrique fulminante se répand dans les cavernes du volcan, il devra enflammer le pétrole. La quantité de matière électrique qui se développe dans les éruptions, et les détonations souterraines qui sont très-fréquentes dans ces circonstances, donnent beaucoup de vraisemblance à cette conjecture; j'ajouterai que, sans l'intervention de l'électricité, il pourra s'opérer quelque embrasement par un changement de température produit par quelque fermentation souterraine. »

« Je ne vois aucun principe de physique qui répugne à cette hypothèse, qui est fondée en toutes ses parties sur l'observation locale, et qui, selon moi, satisfait aussi aux phénomènes. Avec elle, on peut rendre raison des embrasements volcaniques et de leur intermittence; on voit également l'origine, 1° de l'acide muriatique qui abonde dans la fumée du Vésuve; 2° du muriate d'ammoniaque et du muriate de soude qui se subliment dans les vapeurs de quelques laves : celle de 1794 fut très-riche en ces deux produits salins; 3° de la quantité d'acide carbonique qui se développe dans chaque éruption; 4° du soufre et de l'acide sulfurique et sulfureux, selon les divers degrés d'oxygénation. On peut encore concilier dans cette hypothèse l'opinion de ces physiciens qui veulent absolument faire agir l'eau dans les éruptions volcaniques. »

..... « Les mêmes fentes par lesquelles le pétrole et l'eau saturée de muriate de soude se sont introduits, présentent un libre passage à l'air qui s'introduit dans les entrailles de la montagne et en remplit les vides. ..... Le feu allumé dans les profondeurs du volcan absorbera l'air par tous les soupiraux qui y sont dirigés; et plus ils seront étroits et prolongés, plus l'action du vent sera forte : ces soupiraux feront l'office de ventouses. S'il y a quelque difficulté à admettre la circulation de l'air dans l'intérieur du volcan embrasé, et si on ne veut pas reconnaître la présence de l'air atmosphérique, même au commencement de l'incendie, il semble qu'on ne peut pas exclure

de ces immenses cavernes une grande humidité, c'est-à-dire une quantité considérable d'eau à l'état de vapeur : celle-ci, par sa décomposition, pourrait fournir l'oxygène à la matière combustible ; et si le soufre se trouve encore avec le pétrole, les embrasements devront s'opérer avec une plus grande facilité. »

Telles étaient les idées publiées par Breislak en 1798 ; il les reproduisit en 1812 et y ajouta ce qui suit : « Il me semble que le bitume fluide, ou bien le pétrole, est la matière au moyen de laquelle on peut le plus facilement expliquer les phénomènes volcaniques, et qu'il est le principal agent de ces terribles phénomènes, malgré que son action puisse être modifiée dans les différents lieux par le concours des autres substances. Bergman, en confrontant les produits volcaniques et les phénomènes que l'on observe dans les lieux différents, et qui se montrèrent dès les temps où nos histoires décrivent les changements notables de quelques parties de la surface terrestre, y trouva une telle correspondance de matières et d'opérations, qu'il n'était pas possible de douter *que la cause de tous les volcans ne fût la même*, dont les effets étaient plus ou moins modifiés par les circonstances.

» Il me semble que cette cause générale est le pétrole, substance abondamment répandue dans le règne fossile ; étant fluide, il coule par les ouvertures de la terre, et circule par les canaux internes, comme l'eau. Il peut s'en former en quelque lieu un amas considérable, qui se consumera par une combustion produite par quelqu'une de ces circonstances qui sont fréquentes dans la nature. L'incendie durera autant de temps qu'il en faudra pour consumer le lac de pétrole, et sera plus ou moins intense, selon le degré d'intensité de la combustion, et selon la quantité de la substance combustible. Lorsque toute la masse sera consumée, que l'aliment aura cessé, les phénomènes resteront suspendus jusqu'à ce qu'il se soit rassemblé une nouvelle masse bitumineuse suffisante, et qu'une cause capable de l'enflammer s'y soit jointe.

» ..... Les amas de pétrole peuvent se former, se consumer et se renouveler ; ils peuvent aussi cesser tout-à-fait, si leur source s'épuise, ou qu'elle prenne une autre direction, comme

nous le voyons arriver dans le cours souterrain des eaux : ils peuvent brûler lentement, ou former une combustion rapide, selon les circonstances dans lesquelles ils s'enflamment ou selon les matières avec lesquelles ils se mêlent. »

» Le bitume fluide est répandu avec profusion dans toutes les parties du globe ; des puits abondants de pétrole se trouvent en différentes parties de l'Italie ; la Sicile abonde en pétrole, et dans le golfe de Bengale, en Asie, on tire le pétrole de cinq cents puits. Il y a dans la Perse des puits abondants de pétrole ; l'on en retire, sur la mer Caspienne, une quantité assez grande, pour donner au prince de ce pays une rente de 200,000 francs ; dans l'île de Sumatra, où brûlent quatre volcans, les sources de pétrole sont très-communes ; en Angleterre, on vit couler pendant quelque temps, dans une mine de charbon fossile, un fleuve de bitume ; à la base du Caucase, dans la péninsule d'Abscharan, selon les relations de Bieberstein, il y a, au voisinage de quelques lacs d'eau salée, des sources abondantes de bitume et de naphte ; enfin Dampier parle d'un bitume fluide qui sort sur la côte d'Amapalla, au Mexique, où se trouve un terrible volcan ; phénomène très-semblable à celui que l'on observe sur la mer, à la base du Vésuve.

» Dans le département du Puy-de-Dôme, qui à différentes époques a été bouleversé par les volcans, les matières bitumineuses abondent ; la réunion des substances volcaniques, des sources de pétrole et des étangs d'eau salée qui se trouvent dans le département de l'Hérault, mérite une attention particulière.

» Je terminerai le catalogue de ces notices, en rapportant, 1° une observation de Dolomieu, avancée page 98 de la *Dissertation de Bergman sur les produits volcaniques*, imprimée à Florence, avec ses notes :

» Les scories récentes qui couvrent les laves donnent bien souvent des indices non équivoques d'huile de pierre ; elles sont grasses, onctueuses, fuligineuses, et font détonner le nitre ; mais elles perdent en peu de temps ces parties huileuses, et n'en conservent aucune trace. 2° Un fait, qui semble donner beaucoup de poids à mon opinion : MM. Gay-Lussac, Buch et Humboldt étant montés sur le Vésuve, tandis que ce volcan

était en activité, furent enveloppés d'une masse de vapeurs très-denses et noires ; quelle fut la sensation qu'ils éprouvèrent simultanément? On sent l'*asphalte*, se dirent-ils les uns aux autres. Cette odeur est précisément celle du pétrole. Cette sensation se renouvela toutes les fois qu'ils furent enveloppés de ces mêmes vapeurs.

» Lorsque je publiais mes idées en 1798, je ne pouvais me flatter qu'elles dussent recevoir, sept ans après, tant de poids, par une observation si uniforme, et je dirais presque si décisive, par trois personnes dont l'autorité doit être considérée pour beaucoup. Cependant si la source de pétrole que l'on voit dans la mer, à la base du Vésuve, me fit naître la pensée d'appliquer cette matière pour expliquer l'origine de ses embrasements, cette opinion avait été proposée longtemps avant moi par le célèbre Bergman, qui trouva dans le pétrole une des matières les plus propres à l'explication des phénomènes volcaniques : de sorte que je n'ai fait que la reproduire avec quelques modifications, et en lui donnant un développement plus grand (1). »

Les considérations solides de Breislak, et les faits nombreux sur lesquels elles reposent, ne permettent guère de douter que les bitumes fluides ou le pétrole, ne jouent un très-grand rôle dans l'embrasement des volcans; ce qui n'empêche pas qu'en certaines circonstances les eaux et les sulfures métalliques, etc., ne puissent déterminer un foyer volcanique, comme l'ont pensé plusieurs auteurs. Mais, dans tous les cas, l'électricité qui se montre en si grande abondance dans les phénomènes volcaniques, vient fournir une nouvelle cause naturelle et connue. Quoi qu'en disent donc les partisans du feu central; qu'ils objectent que ces causes sont trop restreintes pour produire les effets qu'ils leur attribuent; il n'en n'est pas moins vrai qu'elles sont naturelles, saisissables, susceptibles d'être analysées, et en rapport par tous les points avec les phénomènes volcaniques, qui sont tous locaux et variés dans leurs effets, intermittents comme ces causes. Tandis que le feu central aura toujours à donner son origine et sa cause à lui-même,

(1) Breislak, *Introd. à la géol.*, ch. VIII.

et si cette cause est la même que celle que nous assignons, il ne peut la repousser; si elle est différente, qu'est-elle? Pourquoi une cause si immense n'a-t-elle que des effets locaux, limités et si variables, lorsqu'elle devrait être toujours la même?

Donner les volcans et les montagnes primitives comme des preuves du feu central, c'est supposer démontré ce qui est en question, c'est résoudre la question par la question même, ce qui ne peut jamais rien prouver. Il en est autrement des causes naturelles connues, elles sont déduites des faits, des phénomènes et des lois physiques; et elles se vérifient par tous les phénomènes et les effets des volcans qu'elles expliquent d'une manière satisfaisante.

Une fois l'hypothèse du feu central abandonnée par impossibilité de lui donner un appui sérieux, et au contraire la théorie des volcans par les causes naturelles, locales et connues, admise, il en résulte plusieurs conséquences utiles à noter.

D'abord, l'embrasement des volcans ne pouvant avoir lieu que par la réunion des éléments naturels, soit aqueux, soit bitumineux, etc., il faut admettre que l'action des eaux et celle des décompositions organiques, d'où paraissent résulter les bitumes, ont dû précéder les développements de la cause ignée. Cependant, si on admet que les éléments de la terre, immédiatement après sa création, pouvaient n'être pas oxydés en partie, et que la chaleur et l'électricité jointes à l'eau purent agir sur ces éléments, on conçoit qu'il a pu se déterminer alors des décompositions et de nouvelles combinaisons chimiques, qui auraient produit les porphyres primitifs. A l'origine, selon la Genèse, la terre était toute couverte par les eaux, et la puissance créatrice produisit d'abord la lumière, par laquelle il faut entendre le fluide général incoërcible, agent des phénomènes de lumière, de chaleur, d'électricité et de magnétisme; soit qu'alors ce fluide général ait été créé, soit qu'il ait été séparé des éléments de l'eau et de la terre, pour exister indépendant, il n'en est pas moins admissible que son action sur les éléments de la terre et des eaux a pu déterminer çà et là des foyers volcaniques primitifs, auxquels on pourrait rapporter les porphyres granitiques.

Quelques soulèvements partiels, quelques dislocations,

quelques cavités souterraines même ont pu être : alors le résultat de ces premiers phénomènes ignés qui durèrent jusqu'à ce que l'oxydation de la superficie du globe se fût opérée à une certaine profondeur. Cette oxydation une fois accomplie, les phénomènes ignés primitifs cessèrent faute d'aliments. Plus tard, quand la cause aqueuse et les décompositions organiques eurent préparé de nouveaux foyers et de nouveaux aliments, les phénomènes ignés secondaires commencèrent. . .

S'il fallait même accepter la production des montagnes primitives par les agents naturels, ce qui ne nous semble ni démontrable, ni nécessaire, ni demandé par aucun des faits géologiques connus, nous croyons que la création du fluide éthéré général, tel que nous l'avons défini, satisferait aux exigences de la science. En effet, Dieu, en créant les êtres, les ordonne immédiatement avec leurs propriétés et leurs lois, pour qu'ils entrent aussitôt en fonction dans l'univers. Or, la création du fluide éthéré, dont nous mesurons en partie les influences électriques, magnétiques et caloriques, aura très-bien pu déterminer autour du noyau de la terre cette enveloppe pâteuse, supposée par les Plutoniens les plus mitigés, et par laquelle auraient été produites les montagnes et les vallées primitives, les grandes chaines granitiques, les éjections porphyro-granitiques, peut-être les gneiss, les micaschistes et la plupart des premiers schistes cristallins. Par là aussi auraient été creusés les premiers bassins des mers.

La direction uniforme et générale des grandes chaînes granitiques primitives, en rapport, comme nous l'avons vu, avec le mouvement de la terre, s'accorderait avec cette cause générale, résultant de la première action du fluide éthéré universel, sur tous les points du globe à la fois au moment de sa création, ou de sa séparation des autres éléments par la volonté du Créateur. Comme tous ces grands systèmes de montagnes portent l'empreinte d'une production unique et par un seul jet, ce grand phénomène aura demandé d'autant moins de temps que tout était neuf et dans l'énergie de la création instantanée. Dans cette manière de voir que nous proposons sans y tenir, il n'y a aucun des inconvénients que la science trouve dans l'hypothèse du feu central, dans celle d'une chaleur primitive sans origine et sans

cause ; rien dans les sciences physiques ne s'oppose à notre proposition, et, de plus, elle s'accorde avec la science morale, puisqu'en définitive elle n'est que le premier résultat général des lois et des propriétés des êtres créés, dont nous voyons encore l'action et l'influence mutuelles à peu près semblables ou analogues se continuer sur une échelle moins vaste et moins générale, parce que l'équilibre est établi depuis la création.

Quoi qu'il en soit, une seconde conséquence, qui résulte des faits connus, et des causes assignées aux embrasements volcaniques secondaires, c'est que la cause ignée est intermittente et non continue dans la même localité et que cette intermittence est plus ou moins irrégulière, à la différence de la cause aqueuse qui est plus continue et dont les intermittences sont périodiques, en général courtes et réglées.

Une troisième et dernière conséquence, c'est que les modifications produites à la surface du globe par la cause ignée, n'ont pu être que locales, et jamais générales, quoique très-multipliées.

Après avoir réfuté les diverses hypothèses de révolutions successives par l'examen approfondi des effets de la cause aqueuse et de la cause ignée, et avoir démontré que ces deux causes n'ont point cessé d'agir d'une manière continue et synchronique depuis les premières époques géologiques jusqu'à présent, nous devons, avant d'aller plus loin, résumer les lois générales et harmoniques de la création qui doivent nous servir de guides dans la vraie théorie de la terre, et résumer aussi les causes naturelles qui ont présidé aux modifications que la surface du globe a subies depuis sa création.

En effet, nous avons démontré que les êtres fossiles comme les êtres vivants ont demandé, pour exister, un ensemble de lois et de conditions harmoniques que les théories géologiques ne peuvent violer, sans par là même crouler par leurs bases ; qu'en outre l'organisation des fossiles étant fondamentalement la même que celle des êtres vivants, il faut bien admettre qu'ils ont été soumis aux mêmes lois harmoniques ; enfin, nous avons prouvé que les causes naturelles encore agissantes ont toujours agi depuis les plus anciens terrains jusqu'aux plus récents. Il est donc important de se faire une juste idée des causes modifi-

catrices du globe et des lois harmoniques des êtres, avant d'essayer une théorie géologique quelconque.

I. *Lois harmoniques des êtres et de la création.*

La loi la plus générale des êtres créés est celle qui nous les présente tous comme fonctions les uns des autres dans l'harmonie universelle résultant de leurs lois spéciales ; c'est-à-dire que chaque groupe d'êtres est nécessaire à tous les autres, et accomplit par conséquent une fonction envers chacun. Dans cette loi sont renfermées toutes les autres, ainsi qu'il nous sera facile de le montrer de nouveau (1).

D'abord le fluide général éthéré que nous avons toujours présenté comme étant l'agent principal de la lumière, de l'électricité, de la chaleur et du magnétisme, est bien, en effet, la source de ces phénomènes. Notre théorie vient d'être confirmée tout dernièrement par l'expérience. Le R. P. Maas, professeur de physique au collége de la Paix, à Namur, guidé par sa théorie sur l'électricité, a réussi à transformer la chaleur solaire en électricité (2). Cette découverte importante nous étonne d'autant moins qu'elle vient pleinement confirmer notre thèse.

Or, le fluide éthéré, ainsi compris, est nécessaire aux eaux, à l'air, à la terre, aux changements et aux états desquels il préside. Il est l'agent des compositions et des décompositions chimiques qui s'opèrent dans l'air, les eaux et la terre. Il est même l'agent principal du mouvement astronomique, ainsi que nous l'avons montré (3). Il est le principe de la végétabilité, soit comme lumière, soit comme électricité ; il agit continuellement dans la germination, la nutrition et l'accroissement des plantes (4). Il devient le fluide électro-nerveux des animaux, et par conséquent un des agents principaux de la vie organique (5). Ce fluide est donc fonction de tous les êtres physiques ; sans lui point de vie animale, point de vie végétale, point de compositions ni de décompositions, point de mouvement dans le corps. Il relie tous les êtres physiques entre eux, et devient le véhicule de leur influence réciproque les uns sur les autres ; et sans tous ces êtres

(1) Voir Leçon XV, t. I. — (2) Journal, *la Voix de la vérité*, 18 juillet 1847.
(3) Voir Leçon XX, t. I. — (4) Voir Leçon X, t. II. — (5) Voir Leçon X, t. II.

son action serait incomplète; car il y a échange d'électricité entre la terre et le soleil, entre la terre et les eaux et l'atmosphère, entre ces groupes et les végétaux et les animaux. Par conséquent, s'il manquait un de ces groupes d'êtres, l'équilibre général et harmonique du fluide éthéré serait en partie brisé.

L'air, ou plus généralement l'atmosphère, est soumis à l'action du fluide éthéré, mais aussi il en est fonction, puisqu'il lui sert de véhicule, de modificateur, de récipient, ainsi que le prouvent tous les faits et toutes les expériences de la lumière, de l'électricité et du magnétisme. L'air est, en outre, nécessaire aux animaux terrestres qui le respirent en nature, aux animaux aquatiques qui le respirent dans l'eau, à tous les végétaux, qui s'étiolent et ne peuvent se reproduire lorsqu'ils en sont privés. De plus, il est modifié par les eaux, par les végétaux, par les animaux, au point qu'il peut devenir impropre à la vie, quand ses éléments sont trop fortement dominés par des gaz délétères ou asphyxiants; preuve évidente que l'atmosphère n'a pu subir de graves modifications dans sa constitution depuis qu'il y a des végétaux et des animaux, et que les théories géologiques qui s'appuieraient sur de graves modifications de l'atmosphère, doivent être regardées comme non-avenues.

De l'action réciproque de l'éther et des éléments atmosphériques, résultent les météores divers, vents, pluies, orages, etc., qui agissent sur la terre pour en modifier la surface, et sur tous les êtres qui l'habitent.

L'eau contient de l'air et une certaine quantité d'éther, qui, sous le nom de chaleur, la rend solide, liquide ou gazeuse, selon la quantité de chaleur qu'elle absorbe; elle fournit à son tour à l'air, par ses évaporations, sa décomposition, et elle agit dans les phénomènes du fluide éthéré général; elle est nécessaire aux végétaux et à tous les animaux sous ses deux formes liquide et gazeuse. Elle est donc fonction de tous ces êtres, elle l'est aussi de la terre, car elle agit continuellement sur sa surface pour la modifier soit directement en délayant, dégradant et transportant les débris de cette surface, soit indirectement par les animaux qu'elle nourrit et dont les dépouilles calcaires accroissent la partie solide du globe.

Les végétaux sont soumis à l'influence de l'éther, de l'air et

de l'eau; mais ils agissent aussi sur eux; ils développent continuellement et absorbent de l'électricité; ils puisent dans l'air les éléments qui le rendraient impropre à la vie animale, le carbone, et ils lui rendent l'oxygène; s'ils puisent dans l'eau, soit liquide, soit gazeuse, ils contribuent aussi à son renouvellement, à sa condensation atmosphérique, à sa réunion en source et à son écoulement à la surface et dans l'intérieur du sol dans les lieux où ils sont en assez grande quantité pour produire tous ces phénomènes. Ils sont donc fonction du fluide éthéré, de l'air et des eaux. Ils agissent aussi sur la terre pour désagréger ses éléments composants, pour accroître son humus et ses parties charbonneuses. Enfin, ils sont nécessaires aux animaux, soit comme éléments de nutrition, soit comme agents préparateurs de l'oxygène de l'air pour la respiration.

La terre dans sa partie solide est soumise à toutes les influences des êtres précédents, mais à son tour elle est le siége de tous leurs phénomènes, et, par son mouvement annuel et diurne, elle contribue à maintenir la salubrité dans l'air et dans l'eau, et concourt ainsi à la production et au maintien des conditions nécessaires à l'existence des êtres organisés qui doivent vivre à sa surface, et dont elle est, par conséquent, fonction.

Le soleil, la lune et les astres sont aussi fonctions de la terre et de tous les êtres qui l'habitent. D'abord ils agissent sur le fluide éthéré général pour le mettre en mouvement; sans eux la terre serait immobile; et c'est l'influence combinée du soleil et de la lune qui détermine les marées atmosphériques, celles des mers, et qui, par ces mouvements, contribue à maintenir l'air et les eaux dans l'état de pureté et de salubrité convenable; ils contribuent à la vaporisation des eaux, qui se condensent ensuite pour retomber en pluie. Personne n'ignore l'influence du soleil sur la végétation, ni son action bienfaisante sur le règne animal. La lune à son tour agit très-fortement sur la végétation, sur l'ascension périodique de la sève et l'accroissement des plantes; sur la décomposition des corps organisés, dont elle précipite la putréfaction; sur les roches de la surface du globe, qu'elle délite continuellement en faisant passer leur texture compacte à la texture plus ou moins feuilletée ou grenue. Le soleil, la lune et les astres déterminent les conditions d'existence

des êtres organisés sur la terre, ils en sont donc fonction.

Les animaux sont soumis à toutes les influences des groupes précédents sans lesquels ils ne pourraient exister. A leur tour, ils réagissent sur tous ces groupes. Il y a un équilibre harmonique entre la respiration des végétaux et celle des animaux; les premiers aspirent les gaz que les seconds expirent et réciproquement; en sorte que s'il n'y avait que des végétaux ils pourraient finir par épuiser les gaz de leur respiration. L'électricité végétale et l'électricité animale se font un autre équilibre tout aussi nécessaire aux uns qu'aux autres; les animaux dégagent continuellement de l'électricité et en absorbent; il en est de même des végétaux, il y a échange entre les deux règnes. Si les animaux se nourrissent des végétaux, un grand nombre de végétaux se nourrissent aussi des débris d'animaux, soit liquides, soit gazéifiés par la décomposition. Les deux règnes sont donc évidemment fonctions l'un de l'autre, faits l'un pour l'autre, et ne peuvent être séparés dans leur existence. En sorte que toute théorie géologique qui aurait pour conséquence l'existence des végétaux longtemps isolée de celle des animaux, détruirait évidemment la loi harmonique et générale d'existence des êtres et devrait être pour cela même regardée comme fausse.

Sans végétaux et sans animaux le règne minéral serait inutile et dans une sorte d'inertie; il ne s'accroîtrait plus, il n'éprouverait plus que des mouvements de composition et de décomposition très-restreints. L'électricité, n'étant plus soutirée et mise en mouvement par les végétaux et les animaux, n'agirait plus d'une manière aussi continue sur les minéraux.

Sans les règnes minéral, végétal et animal, le fluide éthéré général serait sans but, sans mouvements, sans action, sans phénomènes. Tous les règnes sont donc fonctions les uns des autres. Ce grand fait n'embrasse cependant pas aussi complétement l'homme physique; il peut, en effet, cesser d'exister sans que le reste soit détruit; néanmoins certains végétaux et un plus grand nombre d'animaux domestiques ne peuvent guère exister sans lui, ce qui suffit bien pour prouver qu'il est nécessaire à quelques parties de ces deux règnes.

Mais si l'on considère que l'homme intelligent et moral est le terme, le but d'existence de tous les autres règnes, leur résumé,

leur cause finale, il sera facile de comprendre que, par son anéantissement ou son absence, le reste de la création faite pour lui, n'ayant plus de raison d'exister, serait une anomalie sans but, une fantasmagorie qui devrait disparaître. Sans l'homme, le but de Dieu dans la création, qui est d'être connu et glorifié, ne peut être atteint ; et, pour qui sait peser les choses, pour qui sait juger, pour qui se rappelle ce que nous avons précédemment démontré de la loi éternelle qui oblige Dieu à tout faire pour lui-même, et qui nous a montré les lois et les êtres physiques subordonnés aux lois et aux êtres moraux, il est plus rigoureusement démontré pour l'homme, que pour tous les autres êtres, qu'il est la fonction la plus nécessaire et la plus élevée de tous les êtres créés pour lui : il est leur pontife, il est leur voix, leur chef, et le seul être par lequel leur but et la raison éternelle de leur existence et de leur création puissent être accomplis. Mais pour comprendre cette grande thèse d'une logique invincible et irrésistible, il faut avoir profondément médité tout ce que nous avons exposé dans nos leçons précédentes sur l'homme et les êtres créés pour une fin.

De toutes nos études précédentes et des considérations que nous venons de résumer ressortent d'immenses conséquences : 1° que la création du monde physique, du monde intellectuel et moral, n'est qu'un tout, qu'une seule et grande harmonie dans la conception du Créateur et dans sa réalisation extérieure; 2° que tous les règnes de la création forment un plan général dont tous les grands degrés sont nécessaires et tellement enchaînés les uns aux autres, que si l'un venait à être anéanti, ou s'il manquait pendant un long intervalle de temps, l'ordre serait troublé ou ne pourrait exister, et que plusieurs des autres groupes disparaîtraient aussi ou seraient annulés dans leurs fonctions ; ainsi, les animaux venant à disparaître, les végétaux ne tarderont pas à être aussi anéantis, parce que leur action ne sera plus contre-balancée, qu'ils n'auront plus tous les éléments de leur nutrition, qu'ils tomberont sous l'influence exclusive et destructive, quand elle est seule, des règnes minéral et fluidal.

3° Il suit de là que la création a dû être exécutée dans une succession de temps très-courte, sans quoi ces divers règnes,

surtout les intermédiaires, n'auraient pu exister; les végétaux et les animaux sont dans ce cas; les autres règnes n'y sont qu'en partie, mais, dans toute autre hypothèse, sans aucune raison, sans aucun but d'existence, sans action, sans phénomènes, et même ils n'auraient pu être ce qu'ils sont, ni surtout produire ce qu'on veut qu'ils aient produit, par exemple, l'enveloppe corticale de la terre, puisqu'ils n'auraient pas eu de matériaux.

Ces conclusions deviennent pour nous des principes de la plus haute importance, puisqu'ils nous donnent la grande loi d'harmonie des êtres de la création. Nous supplions les lecteurs de les peser attentivement, d'en mesurer toute la valeur, de rappeler à leur mémoire toutes les preuves qui en ont été données dans la suite de nos leçons précédentes ; en un mot, nous les prions de les approfondir de bonne foi, sans préjugés, sans préoccupations, au point de vue des faits et au point de vue philosophique de la science.

4° Une quatrième conséquence de toutes nos études, est que chaque règne forme un plan particulier, limité et distinct de tous les autres, mais propre à s'harmonier avec eux dans le plan général.

5° Que le règne végétal et le règne animal formant, surtout le dernier, une série de plans divers et basés les uns sur les autres, sont par conséquent une seule et unique conception, démontrable, et tellement bien enchaînée dans ses groupes et ses espèces, qu'on peut en apercevoir les anneaux et les lacunes; ces animaux étant en outre nécessaires les uns aux autres, ont dû être conçus et créés tous ensemble et d'un seul jet.

En effet, les animaux inférieurs vivent en grand nombre des détritus des animaux supérieurs; beaucoup même font leur proie des animaux supérieurs vivants en tout ou en partie; ainsi l'hydre verte, qui n'est qu'un sac entouré de tentacules, saisit des insectes, des animaux articulés beaucoup plus élevés que lui. Il en est de même de plusieurs autres polypes. Les oursins, qui manquent de plusieurs sens, qui ne sont que des rayonnés, se nourrissent de crabes et d'autres crustacés beaucoup plus complets qu'eux dans leur organisation. Les mollusques céphalés, tels que les poulpes et les calmars, mangent des poissons. Une foule d'animaux articulés vivent en parasites

sur les chevrettes, les poissons, sur les oiseaux, sur les mammifères et sur l'homme lui-même, et ils ne vivent et ne se développent que là. Les poissons se nourrissent, il est vrai, d'animaux marins, mais il en est aussi qui mangent des animaux terrestres. Beaucoup de reptiles se nourrissent d'oiseaux et de mammifères. Il est aussi des oiseaux qui se nourrissent de mammifères et qui en font leur proie presqu'unique. Ces faits que nous pourrions développer, en les considérant dans chaque genre, dans chaque famille, démontrent, de la manière la plus positive et sans réplique, que le règne animal est tout un, et qu'il n'a pu exister partiellement dans ses grands groupes. Car si on peut dire que certains animaux ont pu et pourraient faire leur proie d'autres espèces que celles qu'ils attaquent ordinairement, on ne peut soutenir ce fait très-vrai, mais qui a ses limites, pour toute l'étendue du règne animal, dans lequel les faits les plus généraux nous montrent que non-seulement les espèces supérieures ont besoin des inférieures, mais encore que celles-ci ont besoin de celles-là. D'où il faut conclure que le règne animal a été créé tout ensemble. Cette conclusion est encore de la plus haute importance, et l'on doit l'approfondir avec toute impartialité, avant de chercher à la combattre.

6° Enfin, il résulte, comme dernière conséquence de toutes nos études, que les lois qui régissent le monde actuel ne sont que le résultat des rapports et des propriétés de tous les règnes de la nature, harmoniés les uns avec les autres; que, par conséquent, ces lois n'ont pu exister avant que les rapports fussent établis; et dès-lors, ces lois n'ont pu présider à l'arrangement, ni à la disposition de ce monde, mais bien à ses modifications qui sont un produit de ces lois.

Puisque la création de tous les êtres a dû s'exécuter en même temps, la terre ne peut pas faire exception; elle a dû être créée propre à entrer en harmonie avec tous les autres groupes de la création et spécialement avec les végétaux, les animaux et l'homme, par conséquent avec des mers et des continents ou des îles, avec des montagnes et des vallées; et c'est sur cette terre primitive que les lois et tous les groupes d'êtres créés ont agi pour produire les modifications que nous présente le sol et dont nous devons rappeler les causes naturelles.

II. — *Causes naturelles des phénomènes géologiques.*

La première cause de modification de la surface du globe et la plus générale, est celle qui est due à tous les agents que l'on peut appeler atmosphériques; ce sont l'électricité et tous les fluides incoercibles, l'air, les gaz divers qui y sont contenus, les vents, la sécheresse et l'humidité, etc.

1° L'*électricité* circule continuellement dans le sol et dans l'atmosphère; elle y détermine des décompositions et des combinaisons nouvelles; d'autre part, on a observé dans un grand nombre de lieux, et sur diverses roches, des traces de fusion produite par la foudre dans les hautes montagnes; ailleurs, ce sont des canaux très-profonds creusés dans le sable et dont les parois sont consolidées par la fusion du quartz même; ou bien ce sont d'énormes blocs de rochers retournés par la foudre, arrachés de leur place, lancés à de grandes distances ou brisés de différentes manières (1).

Les variations de la chaleur, l'air, les gaz atmosphériques, la sécheresse et l'humidité, agissent très fortement sur la plupart des substances minérales, et il n'est pas une roche qui n'en présente les traces à l'extérieur. Les désagrégations produites par l'air et les différents gaz, sont augmentées par les infiltrations des eaux météoriques, par les glaces et les dégels qui entraînent continuellement les débris pour faire place à de nouvelles désagrégations. Ces effets sont d'autant plus prompts, d'autant plus sensibles que les matières sont plus susceptibles de s'imbiber d'humidité, et d'en être privées plus facilement par la sécheresse, alternatives qui produisent une décomposition et une dégradation très-rapides lorsqu'elles se répètent souvent, comme cela a lieu dans les montagnes. A toutes ces causes dont on trouve les détails dans les livres spéciaux de géologie, et que, d'ailleurs, on observe partout, il faut joindre l'action délitante des rayons de la lune sur toutes les pierres qu'elle éclaire.

On attribue à toutes ces influences la dégradation que beaucoup de roches présentent à la surface des continents. Dans

(1) Beudant, *Géologie*, p. 65.

presque toutes les carrières, on est obligé de déblayer d'abord une masse considérable de matières, avant d'arriver aux pierres exploitables. Non-seulement les calcaires, mais encore les granits et les roches les plus compactes présentent cette décomposition ; souvent même, on rencontre des blocs de granits arrondis et empilés, et parfois mobiles par le plus léger effort. D'autres fois, les granits sont séparés en prismes énormes par des fentes de décomposition ; et de là se détachent souvent d'énormes blocs qui roulent au pied des montagnes.

Tous les débris produits par les causes précédentes s'accumulent au pied des montagnes et des collines, et s'y décomposent de plus en plus par les eaux et les gaz divers qui les pénètrent ; les eaux en entraînent ensuite une partie et vont la déposer dans les bassins des lacs ou des mers.

Les vents prennent les sables déposés sur les rivages des mers ou dans les déserts, et les transportent de proche en proche en monticules successifs qu'on appelle dunes. Ces dunes envahissent souvent des contrées entières.

Les eaux par leur action dissolvante et délayante, par leur poids, leurs mouvements, dégradent, décomposent, transportent et déposent tout ce qu'elles enlèvent aux roches diverses. Elles absorbent l'acide carbonique de l'atmosphère, et, par lui, décomposent surtout les roches calcaires. Les orages, en produisant d'énormes torrents dans les hautes montagnes, les ravinent profondément, et en détachent des blocs nombreux qu'ils transportent à de très-grandes distances ; ils roulent quelquefois des rochers de 10 à 15 mètres cubes.

Les lacs qui se forment quelquefois dans les vallées par suite des avalanches et des éboulements qui sont venus les barrer, produisent, par leurs débâcles, des effets plus prodigieux encore. Tout est culbuté sur leur passage, et les roches les plus solides, pourvu qu'elles préominent sur la direction du courant, sont arrachées, brisées, transportées à de grandes distances et même en blocs énormes. Le déblaiement est si complet à l'origine du courant et dans les passages étroits dont la pente est rapide, que le roc, mis à nu, semble avoir été taillé par la main des hommes : c'est ce qui arriva lors de la débâcle du lac qui s'était formé dans la vallée de Bagne, en 1818, et

ce dont on voit encore des traces sur les flancs des vallées qui furent ainsi barrées, dans la Calabre, pendant les tremblements de terre de 1783. — On ne peut douter, en voyant de tels résultats, que si, par l'effet de quelques commotions souterraines, il se formait une fissure dans la digue d'un grand lac, comme le lac Érié, par exemple, il ne se creusât en peu de temps une brèche profonde, exactement comparable aux défilés qu'on observe si fréquemment dans les vallées, et qu'on est si fortement tenté d'attribuer à des débâcles de lacs placés jadis les uns au-dessus des autres, comme le sont aujourd'hui ceux de l'Amérique du Nord.

En 1810, près du village de Craftsbury, dans l'État de Vermont, deux lacs furent desséchés. L'un appelé *Long-Lake*, ayant un mille et demi de longueur, trois quarts de mille de largeur et une centaine de pieds de profondeur, se déversa complétement dans un autre lac distant de 200 toises, placé à 200 pieds au-dessous et nommé *Mud-Lake*. Ce second lac déborda par suite, et il y eut un bouleversement terrible du pays; des moulins disparurent, une ferme fut dévastée; des terres couvertes de sable et de boue furent enlevées pour quelque temps à la culture; parmi les roches entraînées par les eaux, il en est dont le poids est au moins de deux cent mille livres. Un troisième lac placé au-dessous des deux premiers et appelé lac *Memphrénagog* fut couvert d'arbres flottants.

« Les poissons furent vus se presser en foule pour résister au torrent qui les entraînait, sillonner la vase avec une grande vitesse, mais inutilement, car *Long-Lake* fut entièrement vidé. Les poissons gisent donc maintenant ensevelis dans les sables et la vase, loin des eaux natales : avis aux géologues qui tiennent rarement compte de ces causes de déplacement dans leurs hardies hypothèses sur la formation des couches terrestres (1).

» Un événement analogue à l'écoulement de ces lacs a tracé le canal plus direct que le Mississipi suit maintenant, au lieu du long circuit qu'il parcourait jadis : vers le milieu de son cours, quelques Français avaient fait une ouverture sur l'un des bords du fleuve, pour y détourner les eaux, et se débarrasser de dé-

(1) *Revue britannique*, t. v, p. 282.

bordements qui les incommodaient : ils y réussirent si bien que le fleuve s'est jeté tout entier dans le nouveau canal ébauché par quelques coups de pioche. Ce travail exécuté sans frais forme ce que l'on nomme aujourd'hui la *Pointe-coupée* (1).

Tout prouve que plusieurs grands lacs se sont écoulés subitement, et ont inondé des pays immenses. Il n'est pas douteux, par exemple, que le déluge de Prométhée n'ait été produit par la débâcle des lacs Gambea et autres lacs d'où le Nil semble tirer sa source.

Il n'est guère douteux également que le lac Léman ou de Genève ne soit que le reste d'un lac immense qui couvrait tout le pays de Vaud, la vallée de Sion, le Valais, une partie de la Suisse, de la Savoie, occupait la gorge qui conduit à Sallenche... Ce lac, ayant renversé ses digues, s'écoula avec impétuosité, et couvrit toute la vallée où coule le Rhône jusqu'à la mer, d'une quantité immense de galets et de pierres roulées, dont plusieurs sont d'un volume considérable.

La même chose arriva peut-être au lac du Bourget, et à quelques autres lacs dans la Tarentaise....

Ces torrents immenses jetèrent dans les premiers moments ces cailloux roulés sur différentes éminences, comme sur les coteaux de Lyon d'un côté, et de l'autre sur ceux du Dauphiné, correspondants...... Toutes les plaines intermédiaires sont également remplies de ces galets, jusqu'à la Méditerranée.

Tout prouve également que la Thessalie était primitivement, comme le dit Hérodote (1), un grand lac qui s'écoula subitement.

La Béotie pouvait aussi avoir été autrefois un grand lac, qui s'écoula du temps d'Inachus.

Il paraît qu'à des époques éloignées, la mer Caspienne communiquait avec la mer Aral et avec le Pont-Euxin.

Les traditions portent à croire que le Pont-Euxin formait un grand lac enfermé dans des montagnes, et qu'un tremblement de terre lui offrit un passage dans la mer Egée.

Vraisemblablement le détroit de Gibraltar a aussi été ouvert par une irruption subite.

(1) *Revue Britannique*, t. v, p. 234. (2) Liv. 7.

Les annales chinoises rapportent que, du temps de Yao, il y eut un écoulement d'un grand lac dans les montagnes de la Tartarie orientale, ce qui produisit une inondation considérable. La plupart des lacs ont des canaux d'écoulement, ils donnent naissance à des fleuves qui en sortent ou qui les traversent. Ces eaux creusent sans cesse le canal de dégorgement; il en sort à mesure une plus grande quantité d'eau; mais comme il n'en arrive pas davantage, le lac diminue d'étendue. Les lacs traversés par des eaux courantes, diminuent journellement par cette cause; celui de Genève, par exemple, s'est beaucoup retiré, car toute la ville basse était autrefois baignée par ses eaux.

Une autre cause diminuera encore l'étendue des lacs, ce sont les atterrissements des fleuves, qui combleront ces bassins comme ils comblent celui des mers.

Ces différentes causes ont donc diminué l'étendue de la plupart des lacs existants, et même en ont fait disparaître plusieurs.

Il paraît effectivement par les anciennes traditions que les lacs étaient beaucoup plus nombreux autrefois qu'ils ne le sont actuellement.

Les annales de tous les anciens peuples nous parlent de débordements de lacs, et nous montrent partout les hommes occupés à dessécher les marais, à creuser des canaux d'écoulement aux eaux stagnantes.

On ne peut donc douter qu'il n'y ait eu un plus grand nombre de lacs autrefois qu'aujourd'hui.

L'observation attentive reconnaît en nombre d'endroits les vestiges d'anciens lacs ainsi desséchés. Sulzer a donné des détails intéressants sur ce sujet (1). Il voyageait dans les montagnes de l'Hircanie, et il vit que depuis le sommet de Brocken, montagne assez élevée, jusqu'au bas de la vallée auprès du village d'Ilsebourg, il y avait plusieurs bassins en amphithéâtres, qui se communiquaient par des gorges très-étroites. Il supposa que chacun de ces bassins avait été primitivement un lac; que tous ces lacs, qui étaient les

(1) *Mém. de Berlin*, 1762.

uns au-dessus des autres, s'étaient écoulés, et qu'il n'en restait plus que des vestiges et le petit ruisseau qui y coule. On rencontre partout de pareils bassins, plus ou moins étendus, et fermés par des montagnes très-rapprochées, entre lesquelles coulent aujourd'hui de petits ruisseaux, ou des rivières plus considérables.

La Dombe et une partie de la Bresse forment un bassin, qu'on peut supposer avoir été autrefois fermé par les rochers de Pierre-Scise à Lyon.

La plaine de Montbrison, dont le sol est en partie calcaire, quoiqu'enveloppée de tous côtés par les terrains primitifs, a été un pareil bassin, dont la chaussée devait être auprès de Balbigny, au-dessus de Roanne. La Loire l'a creusé et a fait disparaître le lac.

Lamanon supposait que le bassin de Paris avait été un lac dont la chaussée était à Meulan, et plusieurs faits appuient cette supposition (1).

C'est un fait bien important, dit Saussure, que presque toujours entre les dernières couches secondaires et les premières primitives, on trouve des bancs de grès ou de poudingues.... Ce fait est même encore plus universel; car le passage des montagnes secondaires aux tertiaires est aussi marqué par des couches de brèches et de grès. Ne faudrait-il pas en conclure qu'à toutes les époques il y a eu des débâcles et des dessèchements de lacs.

Cette existence des lacs anciens et leur disparition est un phénomène d'une si vaste étendue, qu'on doit en tenir beaucoup plus de compte que ne le font ordinairement les hypothèses hardies; on doit évidemment attribuer à cette cause des effets qu'on attribue à des causes hypothétiques.

Il se fait aussi, par une cause ou par une autre, des torrents de matières boueuses, dont les ravages ne sont pas moins terribles que ceux des débâcles des lacs.

Les eaux courantes à leur tour produisent des effets d'autant plus désastreux que les pentes sur lesquelles elles se meuvent sont plus rapides; mais il ne faut pas croire qu'il soit

(1) De Lamétherie, *Théor. de la terre.*

nécessaire pour cela que leur lit ait une inclinaison considérable. Les torrents les plus rapides, formant un lit continu et entraînant des blocs d'un demi-mètre de diamètre, n'offrent des pentes que de un à deux degrés, et beaucoup de rivières coulent avec une grande vitesse sur des pentes infiniment plus faibles. Une pente de trois à quatre minutes nous donne à peu près la limite des rivières navigables ; et nos fleuves les plus rapides, qui offrent, à la vérité, une certaine profondeur d'eau, comme le Rhin, le Rhône, etc., ne présentent même que des pentes de une à deux minutes ; dans plusieurs parties de leurs cours, ils coulent encore sur des pentes de quatre à huit secondes seulement. Ces données sont très-importantes comme terme de comparaison ; car on voit alors quels effets prodigieux pourraient être produits sur des pentes plus fortes et avec de plus grandes profondeurs. Il n'est pas nécessaire de pousser bien loin l'exagération ; car si nos torrents de un ou deux degrés de pente peuvent rouler des masses d'un demi-mètre de diamètre, que serait-ce avec des pentes doubles ou triples? Que serait-ce, sans changer la pente, si la profondeur d'eau devenait égale à celle de nos fleuves! Il est clair que la boue la plus épaisse pourrait acquérir alors une vitesse énorme et capable des plus prodigieux effets. Si les rivières cessent d'être navigables au-delà des pentes de trois à quatre minutes, quelles seraient, malgré la faiblesse de l'inclinaison, la vitesse et la force d'impulsion qu'elles pourraient acquérir avec de plus grandes profondeurs! Que ne doit-il pas s'être passé quand nous voyons, par divers phénomènes, que des eaux courantes ont pu remplir des vallées de plusieurs centaines de mètres de profondeur! On conçoit donc facilement les dégradations les plus épouvantables, le transport des blocs les plus volumineux, sans sortir à peine des limites des phénomènes actuels (1). »

Les eaux de la mer agissent aussi continuellement sur les falaises, les rivages et sur leur fond. Les chroniques et les traditions des contrées maritimes nous offrent de nombreux exemples des changements successifs, des désastres instantanés qui ont

(1) Beudant, *Géol.*, p. 70-71.

eu lieu dans un grand nombre de localités. Il s'en est fait d'immenses, et chaque jour il s'en fait de nouveaux sur les côtes plates, sableuses, qui bordent les mers dans les diverses parties du monde. Nous en avons des exemples fameux depuis les bouches de l'Escaut jusqu'au canal de Jutland, où l'on a vu se produire le Bies-Bosch, la mer de Harlem, le Zuyderzée, le Dollart, dans des irruptions extraordinaires de la mer, et où se sont opérés d'innombrables changements dans les îles, depuis le Texel jusqu'aux bouches de l'Elbe, dans les détours du Lymfiord, ou sur les côtes du Cattégat et de la Baltique. D'immenses coupures, des anses, des golfes profonds s'y sont formés à diverses reprises pendant les tempêtes, et s'y forment encore tous les jours par l'action ordinaire des vagues, qui tantôt apportent des masses de sable, et tantôt détruisent les digues qu'elles avaient jadis formées (1).

Les côtes de France, sur la Manche et l'Océan, ont aussi éprouvé de fréquents et nombreux envahissements de la mer (2); la baie de Cancal et du mont Saint-Michel en sont de frappants exemples.

Les glaces et les glaciers sont aussi, comme nous l'avons vu, des causes de dégradations et de transport de blocs souvent énormes. Par les stries et les cannelures, le polissage des roches qu'on observe dans les Alpes autour des glaciers, on a voulu évaluer la marche des glaciers; mais ces accidents paraissent tout aussi bien devoir se rapporter à d'autres causes, puisqu'on les observe sous les dépôts de sables, dans les plaines de la Baltique.

Les divers détritus produits par toutes les causes précédentes sont entraînés par les eaux et vont servir à former de nouveaux dépôts, soit mécaniquement, soit par voie de solution et de sédiments chimiques.

Mais une cause de modification des couches terrestres dont on n'a pas assez tenu compte, c'est la décomposition des montagnes calcaires et autres, dont les effets ont été souvent attribués à des soulèvements, et qui sont tout simplement le résultat des

(1) Beudant, *Géol.*, p. 71.
(2) Voir l'*Histoire de Bretagne*, par l'abbé Manet, et son *Mémoire sur la baie de Cancale et du mont Saint-Michel.*

agents chimiques de l'atmosphère, de l'électricité et des éléments mêmes des roches. C'est ainsi que des roches compactes se divisent par la décomposition en strates et en feuillets concentriques et inclinés suivant la pente de la montagne, mais sans brisure, sans déchirure. Mais on conçoit que lorsque la désagrégation et la dénudation viendront à s'opérer sur la crête de la montagne, le sommet des couches concentriques sera emporté, et ces couches paraîtront alors relevées et brisées, quoiqu'il n'en soit rien. Si de plus il s'opère par suite des éboulements dans ces couches, ces apparences de dislocations ne feront que s'accroître, sans plus de réalité.

En fait, la décomposition par tous les agents atmosphériques, chimiques, physiques, par les eaux, etc., est la grande et principale cause des modifications nombreuses qu'a éprouvées la surface du globe.

Il faut y joindre aussi les phénomènes ignés, volcaniques ou autres, et les tremblements de terre, ainsi que nous l'avons vu; mais on ne peut évidemment leur attribuer le soulèvement de toutes les montagnes. Ils ont à la vérité produit des dislocations nombreuses, par affaissement et soulèvement; ils ont par suite dérangé en beaucoup de lieux l'état du sol et des montagnes; ils ont dérangé la situation des mers et des continents, desséché des lacs, détourné le cours de certains fleuves; et par tous ces effets ils ont hâté la décomposition en produisant des débris plus abondants; et ils ont modifié la direction des causes aqueuses et produit les stratifications discordantes des couches; mais tous ces effets n'ont jamais été que locaux.

Nous ne revenons pas sur les causes physiologiques végétales et animales de l'accroissement du sol de remblai; nous aurons occasion d'en reparler.

Ainsi toutes les causes décomposantes du globe sont des résultats des lois générales créées, soit du fluide éthéré général, cause des phénomènes chimiques et ignés, soit de l'air, soit des eaux, soit des éléments mêmes de la terre; soit des végétaux, soit des animaux.

Les actions combinées du fluide éthéré et des agents chimiques

produisent les phénomènes volcaniques et la fusion des roches les plus réfractaires ; la foudre seule réduit en verre le sable et les roches des montagnes ; les expériences de M. Gaudin ont prouvé non-seulement la solubilité de la silice, mais encore sa volatilisation à l'aide de la chaleur ; Buffon s'était assuré, par des expériences, que les matières calcaires peuvent, comme toutes les autres, être réduites en verre ; il ne faut pour cela qu'un feu plus violent que celui de nos fourneaux ordinaires. Plusieurs observateurs rapportent que le Byrs-Nemroud des ruines de Babylone forme un amas de débris desséchés, en partie même vitrifiés, qui portent l'indubitable trace d'un feu violent, d'un feu que sir Robert Ker-Porter, d'après de curieux indices, montre bien n'avoir pu venir que d'en haut (1).

On a observé en Bretagne l'enceinte d'un camp romain, dont les pierres étaient fondues et vitrifiées en un assez grand nombre de points, et évidemment depuis sa construction ; ce fait a été observé en plusieurs lieux. Faut-il attribuer cette vitrification à l'action de la foudre, ou aux simples influences électro-chimiques de l'atmosphère ? Quoi qu'il en soit, ces faits de fusion et de vitrification, qui s'opèrent dans l'atmosphère même, nous montrent ce que doit produire dans le sein de la terre l'électricité qui y circule et qui y rencontre tant d'éléments réactifs ; là, dans ces conducteurs et ces condensateurs souterrains, l'électricité, bien moins facilement dissipée que dans l'atmosphère, produit des effets bien plus étendus ; ce sont des orages souterrains qui déterminent des foyers volcaniques, fondent les roches les plus dures, qui jaillissent en éjections diverses à la superficie, sans qu'il soit besoin de l'hypothèse d'un feu central imaginaire.

La température générale du globe, et même la température locale, qui a une si grande influence sur la vie organique et la distribution géographique des êtres, résulte des rapports mutuels de l'atmosphère, du sol et des eaux. La température est bien plus élevée et beaucoup plus uniforme dans le voisinage des mers, dans les îles, que dans le milieu des terres.

(1) R. Ker-Porter, II, p. 312, 313 ; Capt., Mignan, p. 207 ; Rich, p. 36 ; Keppel, p. 194, 195, etc., cités dans *Foi et lumières*. 2e édit., p. 140.

Ce rapport avait déjà été signalé par Buffon : « Il ne fait jamais aussi froid, dit-il (1), sur les côtes de la mer que dans l'intérieur des terres ; il y a des plantes qui passent l'hiver en plein air, à Londres, et qu'on ne peut conserver à Paris ; et la Sibérie, qui fait un vaste continent où la mer n'entre pas, est par cette raison plus froide que la Suède, qui est environnée de la mer presque de tous côtés. »

Certaines îles de l'Océan, dépendantes des départements du Finistère et du Morbihan, présentent, au mois de janvier, des plantes en vigueur, qu'on ne trouve qu'aux îles Fortunées.

L'Islande était couverte de belles forêts il n'y a pas deux mille ans, et aujourd'hui le froid y est si vif, qu'il n'y croît que quelques arbustes rabougris.

Tous les phénomènes géologiques tendent à prouver que la température a été plus uniforme autrefois ; la raison en est qu'il y avait un bien plus grand nombre de lacs ou mers intérieures, comme nous l'avons vu, et que les mers occupaient une partie des continents actuels ; les continents actuels étaient donc alors, dans leurs parties exondées, sous une température beaucoup plus douce et plus uniforme, par conséquent plus favorable à la vie organique végétale et animale.

D'après les observations connues de son temps, Buffon avait calculé qu'il y a assez d'eau pour couvrir le globe entier d'une hauteur de six cents pieds d'eau.

Il faut donc que les eaux aient été resserrées dans des bassins plus profonds et moins étendus, ou qu'elles aient diminué de quantité, ou qu'elles aient subi l'un et l'autre effet.

Le resserrement du bassin des mers paraît un fait constaté. Au rapport d'Hérodote (2) et de Diodore de Sicile (3), c'était l'opinion des Égyptiens et des Éthiopiens, que toute l'Égypte n'était originairement qu'une grande mer. Hérodote pense de même des campagnes qui sont à l'entour d'Ilion, de Theutrame, d'Éphèse et de la plaine du Méandre.

Tous les sables de la côte de Barbarie, depuis Maroc jusqu'en Égypte, sont remplis de sel marin, et ce sol se trouve à une distance de plus de cinquante à soixante lieues de la mer. Les

(1) *Preuves de la théorie de la terre.*
(2) Liv. II. — (3) Liv. III, c. 2.

sables qui s'étendent de la Syrie à l'Euphrate sont également salés. On en a conclu que les eaux de la mer avaient séjourné dans ces contrées.

Au rapport de Strabon et de Pline, la mer Caspienne communiquait avec l'océan septentrional. Delisle a discuté l'étendue de cette mer avec beaucoup d'érudition, dans les mémoires de l'Académie des sciences de Paris, 1721. Il en donna une carte d'après les observations de l'almageste de Ptolémée. Cet astronome donnait à la mer Caspienne 23° 1/2 d'Orient en Occident, c'est-à-dire, quatre fois plus qu'elle n'a aujourd'hui; tandis que du Nord au Sud il lui donnait presque moitié moins que ne trouvent les astronomes modernes.

Ptolémée avait déterminé l'embouchure du Volga dans cette mer à 49° de latitude, et aujourd'hui on ne la trouve qu'à 46°.

Albufeda, auteur arabe du X[e] siècle, détermina les dimensions de la mer Caspienne. Il lui donna moins d'étendue d'Orient à l'Occident que les anciens géographes; mais il l'a fait beaucoup plus allongée du Nord au Sud que les anciens et moins que les modernes. — Pomponius-Méla dit que la mer Caspienne est formée par un détroit qui a beaucoup de longueur. — Les observations les plus récentes et les plus exactes, par Beauchamp, donnent à cette mer beaucoup plus de longueur du Nord au Sud, et moins de l'Orient à l'Occident, qu'aucune des mesures anciennes. Enfin, l'inspection des lieux montre que le lac Aral fit anciennement partie de la mer Caspienne.

De nombreuses observations que l'on peut lire dans la théorie de la terre de Lamétherie (1), semblent prouver que les eaux gagnent les pays situés entre les tropiques et abandonnent les régions polaires; ainsi, il est certain que Ceylan, les Maldives, ont été séparées du continent.

Il est même probable que beaucoup des nombreuses îles qui sont entre les tropiques, depuis les côtes orientales de l'Afrique, jusqu'aux côtes occidentales de l'Amérique, et celles du golfe du Mexique, sont les sommets ou parties élevées de terrains envahis par les eaux.

De nombreux faits tant anciens que modernes paraîtraient

(1) T. V, p. 227 et suiv.

prouver que la Méditerranée s'élève; les eaux paraissent aussi envahir les côtes de l'Océan, depuis Saint-Jean-de-Luz jusqu'à Embden. Les mers du Nord, au contraire, semblent diminuer. Il n'est pas douteux que tout le nord de l'Asie a été couvert par les eaux, soit par la mer du Nord, soit par la mer Noire et la mer Caspienne.

Les grands lacs du nord de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, annoncent qu'il y a peu de temps que les mers s'en sont retirées. Autrement ces lacs auraient diminué et se seraient comblés, comme on voit que le font tous les lacs.

Enfin, le courant constant des eaux des mers du Nord au Midi, le transport des glaces dans la même direction..... confirment que les eaux abandonnent les contrées polaires, pour se porter vers l'équateur et inonder la zone torride.

Cependant ces faits n'ont pas paru assez concluants à plusieurs naturalistes qui opposent des faits qu'ils regardent comme contraires à cette opinion. Ainsi, Carthage, Alexandrie, Aigues-Mortes, et bien d'autres lieux, ports autrefois célèbres, sont aujourd'hui plus ou moins éloignés de la mer; ce qui est certainement dû aux atterrissements de la mer et des fleuves sur ces points. Mais ces derniers faits ne prouvent qu'une chose, c'est qu'on ne peut rapporter tous les effets géologiques à la même cause, et que les atterrissements ne prouvent nullement contre la retraite des mers du pôle nord vers l'équateur.

Ces mêmes naturalistes apportent encore d'autres faits en faveur de leur opposition.

Quoi qu'il en soit, ce qui paraît plus probable, c'est qu'en certaines mers il y a eu diminution et que dans certaines localités les atterrissements, dans d'autres les mouvements du sol, ailleurs des causes diverses ont pu amener des envahissements et des retraites des mers.

Il ne saurait y avoir aucun doute que les eaux n'aient couvert les plus hautes montagnes secondaires, dont les matériaux ont été certainement déposés dans le sein des eaux.

Aujourd'hui quelques-unes de ces montagnes sont à plus de 3,000 toises au-dessus du niveau actuel des mers. On n'est point encore fixé sur les causes qui ont fait disparaître une masse d'eau aussi énorme, ou qui l'ont déplacée.

Les uns soutiennent que la masse des eaux a peu varié, parce que les montagnes ont été formées par affaissement ou par soulèvement.

D'autres ont pensé que les eaux pouvaient être transformées en roches diverses; Buffon, Lamarck et plusieurs autres savants d'une égale gravité, étaient de ce sentiment (1).

Or, on ne peut nier que beaucoup de montagnes ne doivent leur origine à des mouvements du sol, qui ont produit des affaissements et des soulèvements; mais tout en prouvant un déplacement des eaux, ce phénomène des dislocations du sol ne prouverait rien pour ou contre la quantité plus ou moins grande des eaux à diverses époques.

En effet, de quelque façon que les montagnes secondaires aient été élevées, il est certain que tous leurs matériaux n'ont pas toujours existé à cet état, et que par conséquent la masse des eaux devait être, au moins relativement, plus considérable par rapport à la masse solide avant le dépôt de ces matériaux, qu'elle ne l'a été depuis.

En réfléchissant sur la seconde opinion qui pense que les eaux peuvent être changées en roches diverses, nous arriverons peut-être à une solution satisfaisante. En effet, la majeure partie des terrains secondaires et tertiaires sont des débris des êtres organisés soit végétaux, soit animaux. Or, toute cette énorme masse de dépouilles organiques solidifiées et minéralisées, a été soustraite à la circulation vivante des êtres organisés; elle a vécu successivement; elle a été déposée aussi successivement; et une fois déposée et immobilisée à l'état inorganique, elle n'a plus servi à la vie. Voilà un fait général et dont les résultats continus sont immenses.

Il a fallu, en effet, que cette innombrable succession d'êtres ait trouvé des matériaux de vie, et qu'elle ait puisé quelque part toute l'énorme quantité de substance qu'elle a solidifiée dans l'écorce du globe. Or, elle n'a pu venir que des matières pierreuses déjà solidifiées, ou des substances contenues dans les eaux et en faisant partie, ou enfin des substances contenues dans l'atmosphère.

(1) Voir Leçons V et VI.

Quant aux matières pierreuses déjà solidifiées, il est évident et certain, par leur accroissement même, qu'elles n'ont pu rien fournir aux êtres organisés, si ce n'est un sol d'habitation.

Les eaux et l'atmosphère ont donc pu seules procurer les substances nutritives aux êtres vivants.

Dès-lors nous sommes nécessairement conduits à reconnaître ou bien que les eaux et l'atmosphère contenaient à l'origine une bien plus grande quantité de substances organiques à l'état moléculaire, selon l'une des thèses de Buffon, ou bien, selon un autre sentiment de Buffon et de Lamarck, que les éléments de l'eau et de l'atmosphère sont continuellement transformés en substances organiques par les êtres vivants, qui en solidifient une partie et l'ajoutent à la partie solide du globe quand les circonstances sont favorables. Quelle que soit celle de ces deux opinions qu'on embrasse, la conséquence nécessaire est la diminution des eaux sur le globe par l'action continuelle des êtres vivants; et plus il se formera de fossiles, plus cette diminution sera considérable, comme elle le sera d'autant moins qu'il se fera moins de fossiles, puisque les êtres organisés complétement dissous rendront aux éléments divers ce qu'ils leur auront pris.

1° Les végétaux absorbent de l'eau et des gaz et les transforment en bois, en feuilles, en fruits, etc. Ils s'accroissent aux dépens de l'atmosphère et des eaux. Or, tous les végétaux qui ont formé les charbons de terre, les lignites, les bois fossiles, les tourbes, etc., sont évidemment autant de matériaux enlevés à l'atmosphère et aux eaux.

2° Tous les animaux aquatiques qui vivent soit dans la mer, soit dans les eaux douces, et qui produisent des calcaires, de la silice, etc., comme les éponges, les polypiaires, les madrépores, les mollusques, les crustacés, vivent aux dépens des eaux; les énormes quantités de pierre que ces animaux ont laissées sont évidemment soustraites aux eaux.

Il faut en dire autant de tous les autres animaux qui vivent de végétaux ou même d'animaux; il est évident que les éléments premiers ont été puisés dans l'atmosphère et les eaux.

3° Si maintenant nous considérons que les eaux se vaporisent continuellement dans l'atmosphère et y apportent la plus grande

partie des gaz absorbés par la vie organique, la conséquence sera que c'est la masse des eaux qui a dû subir la plus grande diminution.

La masse des débris organiques immobilisés dans l'écorce du globe nous donne en partie la mesure de cette diminution, puisqu'ils ont pris la place des eaux.

L'élévation de certaines montagnes par affaissement ou par soulèvement, en déplaçant les eaux, leur aura en même temps creusé des lits plus profonds; et ainsi les eaux plus resserrées auront laissé à découvert une plus grande partie du globe.

On doit donc admettre la combinaison des deux causes.

Voici donc les êtres créés agissant toujours les uns sur les autres pour produire des modifications qui ne sont qu'un résultat des lois générales.

Les faits de détail confirment ce principe.

« Quoique les mers, par des causes physiques très-connues, offrent, dit M. de Humboldt, à de grandes profondeurs, la même température sous l'équateur et sous la zone tempérée, nous voyons pourtant, dans l'état actuel de notre planète, les coquilles des tropiques différer beaucoup des coquilles des climats septentrionaux.

» Le plus grand nombre de ces animaux aiment les rescifs et les bas-fonds : d'où il suit que les différences spécifiques sont souvent très-sensibles, sous un même parallèle, sur des côtes opposées. Or, si les mêmes formations se répètent et s'étendent, pour ainsi dire, à de prodigieuses distances, de l'Est à l'Ouest et du Nord au Sud, d'un hémisphère dans l'autre, n'est-il pas probable, quelles que soient les causes compliquées de l'ancienne température de notre globe, que des variations de climats ont modifié, jadis comme de nos jours, les types d'organisation, et qu'une même formation a pu envelopper des espèces distinctes?

» Comparer des formations sous le rapport des fossiles, c'est comparer des *flores* et des *faunes* de divers pays et de diverses époques; c'est résoudre un problème d'autant plus compliqué qu'il est modifié à la fois par l'espace et par le temps (1). »

Les coraux, les madrépores, etc., se rencontrent en quantité

(1) De Humboldt, *Dict. des sciences nat.*, t. XXIII, art. *Indépend. des terrains.*

dans la plupart des golfes de l'Océan, autour des îles, sur les bancs, dans tous les climats tempérés où la mer n'a qu'une profondeur médiocre; c'est donc dans ces mêmes circonstances qu'on doit supposer que se sont formés les anciens terrains madréporiques.

MM. Gilet de Laumont et Beudant ont fait des observations intéressantes sur le mélange des productions marines et d'eau douce dans une même couche. M. Beudant a prouvé, par des expériences ingénieuses, comment beaucoup de mollusques fluviatiles s'habituent graduellement à vivre dans une eau qui a toute la salure de l'Océan. Le même savant a examiné, conjointement avec M. Marcel de Serres, certaines espèces de paludines qui, préférant les eaux saumâtres, se trouvent près de nos côtes, tantôt avec des coquilles pélagiques, tantôt avec des coquilles fluviatiles.

A ces faits curieux se joignent d'autres faits que M. de Humboldt a publiés dans la relation de son voyage aux régions équatoriales(1), et qui semblent expliquer ce qui s'est passé jadis sur le globe, d'après ce que nous observons encore aujourd'hui. Sur les côtes de la terre ferme, entre Cumana et Nueva-Barcelona, il a vu des crocodiles s'avancer loin dans la mer. Pigafetta a fait la même observation sur les crocodiles de Bornéo. Au sud de l'île de Cuba, dans le golfe de Xagua, il y a des lamentins dans la mer, sur un point où, au milieu de l'eau salée, jaillissent des sources d'eau douce. Lorsqu'on réfléchit sur l'ensemble de ces faits, on est, dit M. de Humboldt, moins étonné du mélange de quelques productions terrestres avec beaucoup de productions incontestablement marines.

Voici donc les mœurs des animaux, qui sont aussi des lois de la création, qui vont nous expliquer plusieurs phénomènes géologiques.

Il en sera de même de la distribution géographique des espèces animales dans les îles surtout; on peut inférer de l'absence de certains animaux dans certaines îles, qu'elles ont été soulevées du fond des mers; par exemple, toutes celles où l'on ne trouve point d'animaux nuisibles; tandis que celles qui auront la même population que les continents voisins, doivent être considérées

(1) Tom. I, p. 535, et t. II, p. 606.

comme en ayant été détachées par des irruptions de la mer.

En général, les îles sont très-pauvres en grands animaux. Aux Antilles, on ne trouve pas plus de quatre espèces de mammifères indigènes, et encore il est possible qu'ils y aient été portés du continent, parce que leur chair est bonne à manger. Quelle que soit l'immensité des forêts qui couvrent Saint-Domingue et la Jamaïque, dans lesquelles les Européens n'ont point encore pénétré, on ne trouve pas dans ces îles le *puma* (lion des Brésiliens, *felis concolor*), ni aucun de ces carnassiers qui ont peuplé une grande partie de l'Amérique et même de l'Amérique du Nord. L'Afrique a ses lions, Madagascar n'en a point, malgré les grandes forêts et les montagnes qui occupent l'intérieur de cette île. Dans les Canaries, on ne trouve point d'animaux sauvages, de serpents et autres reptiles; ce qui concorde avec la production de ces îles par des volcans sous-marins. On concevra facilement que, sous le rapport du règne animal, il faut considérer les grandes îles comme des terres qui, ainsi que les continents, ont une population qui leur est propre. Les grandes îles de la Sonde, Bornéo, Sumatra, Java, les Célèbes, sont de vastes étendues de terre qui ont leur existence distincte, et qui sont séparées du continent par de petits bras de mer, de telle sorte qu'on pourrait considérer ces îles comme ne faisant avec la presqu'île de Malacca qu'un seul continent, dont elles ont été détachées par quelque envahissement des eaux (1). »

Le règne animal est donc soumis, dans sa distribution géographique, aux modifications que peut éprouver la surface de la terre; et cela est vrai, non-seulement pour les animaux terrestres, mais encore pour les animaux aquatiques et pour les végétaux tant terrestres qu'aquatiques; la disparition des eaux, le resserrement des bassins des mers, pour faire place à de vastes continents, change la température et ne laisse plus aux animaux, les polypiers, par exemple, les hauteurs d'eau et les expositions convenables, aux végétaux qui demandent une chaleur tempérée, humide, les conditions de leur vie.

Mais une autre influence non moins grande, est celle de

(1) Link., *Le Monde primitif.*

l'homme sur le règne végétal et sur les animaux, et, par suite, sur la surface du sol. L'homme ravage et détruit les forêts ; par là les eaux ne se renouvellent plus, et les grands cours d'eau disparaissent ; les animaux, par suite, n'ayant plus ni refuge, ni nourriture, périssent à leur tour ; les grands cours d'eau cessant, il ne se forme plus que de faibles dépôts, au lieu des vastes alluvions et des grands atterrissements que les grands courants déposaient continuellement. L'action de l'homme, qui encaisse, dirige et limite les courants qui restent, contribue encore à diminuer leur influence modificatrice du sol.

Plusieurs espèces d'animaux presqu'éteintes nous font juger de l'influence de la présence de l'homme sur la destruction des animaux. On sait généralement que l'espèce du bouquetin des Alpes est sur le point de disparaître entièrement ; un pareil sort menace le mouflon, qui n'est plus connu que sur les hautes montagnes élevées de la Sardaigne ou de la Corse, et sur les rochers âpres et escarpés de la Sierra de Gerez, en Portugal.

L'Égypte nous donne aussi un exemple de la manière dont la présence de l'homme peut refouler les animaux. L'hippopotame et le crododile, si nombreux au temps d'Hérodote, ont été repoussés dans le Nil supérieur. Les lions qu'on voyait errer presque dans le voisinage de la ville du Cap, sont maintenant forcés de se retirer bien avant dans les terres ; ils ont disparu de la Grèce et de l'Europe. Les ours qui peuplaient encore l'Europe au quinzième siècle, sont devenus rares dans les Alpes et les Pyrénées. Les loups ont disparu d'Angleterre et deviennent de plus en plus rares en Europe. L'aurochs, l'élan, qui peuplaient les forêts des Gaules du temps de César, n'existent plus que dans le Nord, etc. Plusieurs habitants des États de l'Amérique du Nord, n'ont pas vu plus de serpents à sonnettes que les Européens, tandis que ce reptile terrible était si multiplié quand l'Amérique commença à se couvrir d'habitants.

Il y a quelques siècles seulement, la pêche des baleines se faisait dans le canal de la Manche, sur les côtes de l'Océan et jusque dans la Méditerranée, tandis qu'aujourd'hui, les pêcheurs vont chercher ces grands cétacés sur les côtes du Spitzberg.

M. C. Prévost a donc eu raison de dire (1) : Parmi les causes si nombreuses de la diminution successive du nombre d'individus appartenant aux espèces de grande taille, ou timides ou faciles à atteindre, la multiplication et l'industrie toujours croissantes des hommes doivent être comptées comme une des plus influentes, car le voisinage des sociétés humaines est une condition essentiellement contraire à l'existence et à la conservation de la plupart des mammifères herbivores, et, par suite, à celle des carnassiers ; aussi aurait-il été fort naturel de présumer ce que l'histoire des fossiles nous apprend, c'est que le nombre des mammifères terrestres a été en raison inverse de celui des hommes sur tous les points qui ont été successivement habités.

Si certaines espèces sont confinées maintenant dans des lieux déserts, si elles habitent exclusivement des hauteurs inaccessibles, il n'est pas démontré que leur choix est déterminé par leur organisation, ou bien que si elles n'occupent plus les mêmes lieux où vivaient leurs ancêtres, c'est que la température atmosphérique a changé et que les climats ne sont plus les mêmes. Les fossiles ont encore appris que des éléphants, des rhinocéros couverts de longs poils ont dû habiter des régions déjà froides, et que les ancêtres des rennes de Laponie et des lions d'Afrique ont pu vivre ensemble sur des points peu éloignés, puisque leurs cadavres se trouvent réunis.

La distribution actuelle des animaux sur les continents est donc, en grande partie, la conséquence forcée de l'influence directe de l'homme ou des circonstances qu'il crée.

Sans étendre plus loin ces considérations fondées sur les faits les plus nombreux, il nous semble démontré que l'influence de l'espèce humaine sur la disparition des animaux et sur la diminution des végétaux, et par suite sur le tarissement des grands cours d'eau est suffisamment prouvée. Or, de toutes ces influences combinées avec les lois générales et les causes actuellement agissantes, il résulte que les modifications éprouvées par l'écorce du globe sont un résultat nécessaire des lois générales et particulières de la création, et que ces modifications ont été d'autant

(1) *Documents pour l'hist. des ter. tert.*

plus considérables et plus étendues qu'on remonte vers l'époque de la création complète et moins ravagée, pour ainsi dire, par l'homme ; tandis qu'elles sont de moins en moins considérables et étendues, à mesure que l'espèce humaine, en s'étendant et se multipliant, diminue les groupes du règne animal, fait disparaître les grandes forêts, et par suite les grands cours d'eau, et limite de plus en plus ceux qui restent, à mesure que, fréquentant davantage les mers, il en trouble le calme et la tranquillité, nécessaire à la plupart des animaux qui habitent sur les rivages ou dans les baies. Si nous nous élevions à des considérations d'un autre ordre, que tout notre Cours a démontrées, nous verrions que le monde, et la terre en particulier, étant faits pour l'homme et spécialement pour l'homme moral, les abus et les violations de la loi morale n'ont pas été une des moindres causes des perturbations des lois physiques et par suite des nombreuses modifications que le globe et les êtres qui l'habitent ont dû subir depuis leur origine.

Par ces considérations diverses de l'influence des lois générales, de celle des causes naturelles créées, des êtres divers dans leurs rapports, de la double influence de l'homme, que les géologues n'ont point assez prises en considération, l'histoire des ruines de la terre, ou la géologie, rentre pleinement dans la science générale ou la philosophie, en se reliant à toutes les autres sciences physiques et morales; tandis que jusqu'ici elle n'a été qu'une science sans base, et sans presque aucun lien sérieux avec les autres branches des connaissances humaines.

C'est donc à ce point de vue plus logique et plus général, et par l'appréciation des causes diverses que nous avons indiquées, que nous allons essayer de suivre l'histoire des décompositions et des récompositions, sous une autre forme, de l'écorce du globe, depuis sa création jusqu'à nous.

LEÇON XIX.

THÉORIE GÉOLOGIQUE.

Les lois générales et harmoniques des êtres créés dont tous les groupes sont nécessaires les uns aux autres, la destinée de la terre, dans cet ensemble, les causes naturelles connues, et agissant sur le globe pour en modifier la surface; l'étude particulière et détaillée des montagnes primitives comparées aux montagnes et aux terrains secondaires; la comparaison de ces montagnes primitives avec les montagnes volcaniques; l'étude approfondie de la cause ignée, nous ont démontré que la formation du globe primitif avec ses montagnes, ses vallées primitives et ses premiers bassins de mer, ne pourrait être rationnellement expliquée que par la même cause qui a créé tous les êtres et leurs lois harmoniques; c'est là un point véritablement acquis à la science sérieuse (1). Mais l'accroissement de la croûte du globe, les modifications du sol de la création, comme celles du sol secondaire, sont un résultat des lois créées et des causes naturelles et multiples qui décomposent et recomposent continuellement la surface du globe; un résultat du travail et de la destruction continuelle des êtres organisés; c'est un second point également acquis à la science; et ce point est l'objet des théories géologiques. Aussi est-ce dans ces limites qu'il nous est permis de formuler une conception géologique basée sur des éléments positifs; et c'est ce que nous allons essayer.

Cette distinction profonde entre le globe primitif créé en harmonie avec tous les êtres qui devaient l'habiter, et avec les autres globes qui devaient régulariser ses mouvements et y fixer les conditions d'existence des êtres organisés, et entre le sol de remblai, résultat des modifications postérieures du sol de la création; cette distinction profonde, disons-nous, semble parfaitement exprimée dans la nomenclature originelle de

(1) Voir, pour les objections tirées de la forme de la terre, etc., les Leçons x et suiv. t. I.

Werner, lorsqu'il divisait les gîtes généraux des minéraux ou terrains, en primitifs et en secondaires; les premiers étant créés, les seconds produits par la décomposition des premiers et une nouvelle disposition.

Cette distinction est aussi l'idée fondamentale de Buffon, même dans son système hypothétique où il s'est trompé en voulant créer le monde à sa façon.

Deluc admet également qu'à l'époque où la mer couvrait les continents que nous habitons, elle avait pour fond *un sol montueux* que ni elle ni aucune cause connue n'avait fait, et que pour cela il appelle *primordial*. Parmi ces montagnes les unes sont immergées, les autres émergées et forment des îles. Au nombre des montagnes primordiales il admet des montagnes calcaires et par conséquent datant de la création.

C'est, enfin, d'une manière bien plus nette encore, la thèse que soutient M. de Blainville, dans ses cours et ses travaux, et spécialement dans ses notes manuscrites, sous le titre de *Conception géologique*, qu'il a bien voulu nous communiquer, et que nous donnerons ici, avec quelques développements ajoutés.

« Il faut admettre, dit-il dans ces notes, que ce noyau central primitif, créé par la puissance divine en masse, sans apparence de couches, offrait naturellement, par suite de son mode de formation, la cristallisation des minéraux constituants, et, par suite de son but, la création des êtres vivants, il offrait à sa surface des points plus élevés que les autres et par conséquent des enfoncements intermédiaires et proportionnels aux élévations. Les élévations formèrent les pics, les montagnes primitives; les enfoncements qui de même que les montagnes différaient de grandeur dans les trois sens, formèrent les bassins contenant la partie liquide, séparée de la partie solide. »

Ce point de la création directe du noyau central pour entrer en harmonie avec tous les êtres créés, étant donc logiquement acquis à la science générale comme à la géologie; suivons l'histoire de ses modifications, telle que les faits semblent nous l'indiquer.

D'abord, par l'action de l'électricité, ou mieux, du fluide éthéré général, agissant sur les matériaux du globe qui en est tout pénétré, des réactions chimiques eurent lieu sur les mi-

néraux divers qui composaient le globe; il put en résulter çà et là une zone pâteuse sous les granits ou dans leur intérieur; de là les éjections porphyriques, qui brisèrent et surmontèrent çà et là les chaînes granitiques auxquelles les porphyres sont postérieurs, puisqu'ils en coupent transversalement la direction et qu'ils les recouvrent le plus souvent, ou les pénètrent par des veines ou des filons. — On conçoit que par ces phénomènes les bassins des mers aient pu être modifiés et limités.

Par l'action des agents physiques de natures très-diverses, les alternatives d'électricité tant intérieures qu'extérieures du globe, celles de température en plus ou en moins, agissant aussi bien sur le sol primitif et les minéraux qui le composent, que sur le liquide contenu dans les bassins et sur l'atmosphère qui l'enveloppe, il est résulté, non seulement des évaporations et des condensations aqueuses plus ou moins considérables et étendues, mais encore des désagrégations, des décompositions des minéraux constituant les élévations, et qui, entraînés par les condensations aqueuses coulantes à la surface, ont commencé à remplir les bassins ou les excavations primordiales et naturelles de la surface du noyau.

C'est ainsi qu'ont dû se former les premières roches de transition qui sont à moitié cristallines et à moitié sédimenteuses, ce qui leur a valu le nom de terrains hémilysiens. Ce sont, en effet, des roches que l'on a trouvées par toute la terre aussi bien que les roches primitives, qui doivent former le fond de tous les bassins, et même en remontant plus ou moins haut le long des pentes des élévations, de manière à faire croire de prime abord à une sorte de soulèvement. Mais en remarquant que les roches hémilysiennes se distinguent en roches qui ne contiennent aucuns débris organiques, et en roches qui commencent, au contraire, à en renfermer; et que les premières sont beaucoup plus cristallines et composées de matériaux beaucoup plus semblables, pour la substance de la texture, aux roches primitives, et que les secondes, au contraire, sont beaucoup plus éloignées de la texture et de la composition des roches primitives, il y a lieu à rechercher une différence dans leurs causes et leur origine. Les premières, comme les gneiss, etc., pourraient bien n'être qu'une décomposition partielle des gra-

nits, opérée sur place, par les divers agents physiques qui en auraient enlevé certains éléments et auraient transformé leur texture compacte en texture schisteuse, comme cela a lieu encore dans les calcaires et même dans les granites superficiels.

Les schistes proprement dits, qui reposent immédiatement sur le flanc des montagnes granitiques, et qui ne contiennent point de corps organisés, pourraient être regardés comme primitifs ou comme une décomposition sur place de roches primitives transformées.

On peut encore, et même très-probablement, regarder la plupart de ces roches hémilysiennes comme un résultat de l'action combinée des eaux et du fluide éthéré général au moment où celui-ci détermina la couche pâteuse d'où sortirent les porphyres.

Quant aux roches hémilysiennes dont la composition est de plus en plus argileuse et qui contiennent des débris de corps organisés, ils sont évidemment le résultat de la décomposition des roches primitives par les agents atmosphériques d'abord, qui produisent des détritus; ceux-ci remaniés et dissous par les eaux, sont changés en argiles ou déposés en pulvescules très-fines par voie de sédiment enveloppant des corps organisés; puis ils ont pu subir un dessèchement par voie ignée, soit par la fermentation chimico-électrique, soit par le résultat des émanations prolongées de la couche pâteuse primitive, soit même par la fermentation des substances organiques huileuses qui auraient produit les huiles qu'on extrait aujourd'hui de quelques-uns de ces schistes. Toutes ces causes séparées ou réunies ont pu contribuer à la formation des schistes cristallins à débris organiques; ce que confirme, en plus d'un cas, leur cristallisation régulière en rhomboèdres.

Cependant, comme les élévations et les enfoncements primitifs n'étaient pas semblables dans leurs dimensions, on peut concevoir que les végétaux et les animaux aquatiques furent créés les premiers sur la plupart des élévations, et les seconds dans les différents bassins, comme cela paraît, en effet, vérifié par les faits géologiques, tandis qu'un petit nombre d'élévations continentales offrirent toutes les conditions nécessaires à l'existence

des grands animaux terrestres, que la puissance divine y plaça, lors de leur création, et qui par suite se développèrent et s'étendirent suivant leur espèce, à mesure que le sol habitable s'étendit aussi de plus en plus; cette manière de voir est du reste confirmée par les faits géologiques qui nous montrent les premières formations faites dans des mers profondes, riches en animaux marins, et dépourvues d'animaux terrestres, tandis que les formations de rivage, qui semblent postérieurs, renferment des animaux terrestres.

Dès-lors à mesure que les mers se resserraient par une cause ou par une autre, et que le sol émergé s'étendait, on voit comment les agents physiques inorganiqnes, continuant d'agir, non pas uniformément sur tous les points de la terre, ce qui n'a jamais eu lieu, les agents organisés ont commencé pour ainsi dire à leur venir en aide. Et ainsi la décomposition, la destruction des roches primitives ont eu lieu de plus en plus, en fournissant des sables et des argiles, puis, avec les mélanges, des conglomérats, des poudingues, des marnes, qui, étant le résultat de causes pour ainsi dire mécaniques, n'ont plus été modifiés par les mêmes causes que les couches hémilysiennes; nos nombreux poudingues, superposés à nos schistes cristallins, dans le fond de nos vallées des montagnes noires, à Gourin, démontrent pleinement ce fait. Les calcaires ont commencé en même temps sur plusieurs points. Par là les bassins se sont de plus en plus comblés inégalement sous tous les rapports, tant sous les rapports de la variété dans la nature minéralogique, que sous ceux d'étendue et de puissance ; en même temps qu'accidentellement des parties inorganiques de corps organisés (carbone, silice, chaux, etc.), conservant plus ou moins de leur forme et de leur structure organique, sont venues s'y joindre, et dès-lors se sont formés ces terrains, les premiers dans la série dite secondaire, qui ont reçu le nom de houillers, calcaires, etc.

Les houillers apparaissent les premiers, parce que les végétaux créés sur tous les points du globe, avant que les grands animaux qui devaient s'en nourrir y soient venus, ont dû déposer leur détritus, dans les localités convenables, sur le fond des bassins primordiaux, où se sont aussi rencontrés les débris d'animaux marins ou d'eau douce.

Dans le même temps, les animaux marins ont déposé leurs dépouilles sur d'autres points des bassins primordiaux, où les animaux terrestres ne pouvaient encore arriver à cause de la vaste étendue des mers.

On voit comment dans ce premier comblement des bassins, nécessairement remplis d'eau, la quantité de traces de corps organisés végétaux et d'animaux marins est bien plus grande que celle des animaux terrestres qui n'ont pu venir qu'après, quand, par suite du comblement des bassins, le sol émergé a pu leur offrir une plus vaste étendue et un bien plus grand nombre de points d'habitation.

Comme il est impossible d'admettre que le bassin actuel des mers ait pu être circonscrit, et, par conséquent, formé par le soulèvement des rivages qui le limitent, ces rivages étant souvent constitués par des couches horizontales et de formations évidemment marines, n'est-on pas forcé d'admettre qu'ils ont été nécessairement produits, au moins dans beaucoup de points, par des enfoncements considérables, ainsi que Buffon l'a supposé et que Deluc l'a admis après lui, ou bien que les mers auraient baissé de niveau, et que la coupure de ces rivages serait le résultat de l'érosion des eaux et des causes atmosphériques, auxquelles il faudrait ajouter l'influence du tassement par les lois de la pesanteur, etc.

Mais à mesure que le règne animal s'étendait à la surface de la terre, il devait entrer de plus en plus dans la part que les corps organisés prennent, par leurs parties solides, à la formation des nouvelles roches qui entrent dans la composition des terrains ; et comme l'étendue des eaux salées augmentait, en même temps que celle des eaux douces diminuait (1), on voit comment, dans la composition de nouvelles strates ou couches, non-seulement la partie organique augmentait, mais d'abord et surtout la partie organique marine, ce qui a produit les terrains tertiaires et quaternaires, dans lesquels se trouveront aussi les êtres organisés terrestres.

(1) Il semble, en effet, que la marche des changements dans l'enveloppe liquide de la terre, d'après ce que nous voyons, est d'une plus grande étendue des eaux douces et d'une moindre des eaux salées, à une diminution des premières et à une augmentation de salure des dernières par une cause probablement organique.

Cette manière d'envisager la structure et la marche ino[rga]nique du globe (en exceptant momentanément, du moins, [les] roches volcaniques), comme formé d'un noyau primitif de décomposition, de moins en moins considérable, conjoint[e] avec l'influence organique qui le sera de plus en plus, a f[ait] les éléments des roches qui semblent lui former une sorte [d'é]corce, ne conduit-elle pas à conclure que ce serait à tort [que] l'on voudrait trouver uniformité dans tous les bassins d[e la] surface de la terre ; que cette uniformité doit diminuer à [me]sure qu'on va de l'intérieur à l'extérieur, et qu'ainsi l'a[ccord] de ce qui est doit avoir lieu dans le même ordre.

D'après cela, il nous semble que le seul moyen de re[ndre] positive la géologie qui n'a pas et ne peut pas avoir de p[rin]cipe, mais qui possède seulement un fait d'observation g[éné]rale, la superposition, et non la subordination, des cou[ches] dans un ordre constant et qui a sa raison dans ce que n[ous] venons d'exposer, est de chercher une mesure dans un ba[ssin] limité, quoiqu'assez étendu, en étudiant dans le plus gr[and] détail tous les éléments géognostiques qui le remplissent [et] constituent depuis la base fondamentale ou le granite, j[us]qu'aux couches les plus superficielles. Il faudrait donne[r à] chaque élément une dénomination la moins significative p[os]sible; peu importe ensuite que cette mesure soit prise d[ans] un seul point pourvu que les bouts-à-bouts soient d'un [même] bassin.

Cette mesure une fois établie d'une manière complète, c'e[st-]à-dire, chaque couche, chaque strate, chaque lit, chaque fe[uil]let étant connus en eux-mêmes et dans les corps adve[ntifs] qu'ils peuvent contenir, il suffirait de la porter successive[ment] et de proche en proche dans les autres bassins, et alors de v[oir] ce qu'ils offriraient de commun et de différentiel comparati[ve]ment à la mesure, et entre eux, pour qu'il soit possible d'[en] tirer des éléments propres à juger leur synchronisme plus [ou] moins éloigné, leur degré d'ancienneté, leur mode de for[ma]tion, leur liaison, et par suite approcher d'une prévision pl[us] ou moins assurée dans tous les points d'un même bassin, [et] d'un bassin inconnu, par ce qui existe dans un bassin connu.

Pour mesure il conviendrait de prendre le bassin qu'[...]

...rait nommer Germanique, parce que, en effet, il comprend ...r de ce nom, entourée par la pointe de la Péninsule scan... ...ve au Nord, l'Allemagne septentrionale, la Hollande, la ...ique, la France au Sud, l'Écosse et l'Angleterre à l'Ouest, ...ous les versants qui viennent successivement y aboutir ...i qu'à la Manche.

...tte mesure a été étudiée dans ses parties primitives et ...médiaires, en Allemagne et en Angleterre; dans ses ... parties secondaires en Angleterre; dans ses parties ter... ...s et diluviennes dans la France septentrionale. Ces di... ...s parties sont ce que la géologie possède de plus complet ... mieux étudié.

... n'est qu'après une connaissance aussi exacte que pos... ... de cette mesure qu'on lui comparerait le demi-bassin ...entale de la France, versant des montagnes de l'Auvergne ...du Limousin à l'Océan, par la Loire, la Charente; des ...énées, par la Garonne; puis le bassin méridional, partie ...grand bassin méditerranéen, versant des Alpes, du Jura, ...-Cévennes, à la Méditerranée par le Rhône et ses affluents ...érieurs et inférieurs; puis du bassin de l'Adriatique par le ... et ses affluents occidentaux et orientaux, c'est-à-dire Al... ...s et Appenins; puis dans le bassin de la mer Noire, par le ...nd affluent du Danube, recevant toutes les rivières de l'Al...magne méridionale; par ceux de la Pologne, de la Russie ...éridionale.

...Scrutant, pour chaque bassin, chaque terrain, chaque cou...e, chaque strate, chaque banc, chaque feuillet, et même ...que trace de corps organisé qui peuvent y avoir été ren...tré, entraîné, adventif ou constitutif de leur composi...n.

Mais cette étude ne suffirait pas, car il est une autre cause ...augmentation et de changement de notre sol.

En effet, pendant que ces changements, ces augmentations ...r une espèce de transformation des éléments primitifs, ...vaient lieu à la surface de la terre, et lui produisaient une ...rte d'enveloppe corticale irrégulière dans ses dimensions lo...cales, mais régulière dans son ordre de production; il s'opé...rait des changements plus inconnus, plus cachés dans leur

M. C. Prévost a donc eu raison de dire (1) : Parmi les causes si nombreuses de la diminution successive du nombre d'individus appartenant aux espèces de grande taille, ou timides ou faciles à atteindre, la multiplication et l'industrie toujours croissantes des hommes doivent être comptées comme une des plus influentes, car le voisinage des sociétés humaines est une condition essentiellement contraire à l'existence et à la conservation de la plupart des mammifères herbivores, et, par suite, à celle des carnassiers ; aussi aurait-il été fort naturel de présumer ce que l'histoire des fossiles nous apprend, c'est que le nombre des mammifères terrestres a été en raison inverse de celui des hommes sur tous les points qui ont été successivement habités.

Si certaines espèces sont confinées maintenant dans des lieux déserts, si elles habitent exclusivement des hauteurs inaccessibles, il n'est pas démontré que leur choix est déterminé par leur organisation, ou bien que si elles n'occupent plus les mêmes lieux où vivaient leurs ancêtres, c'est que la température atmosphérique a changé et que les climats ne sont plus les mêmes. Les fossiles ont encore appris que des éléphants, des rhinocéros couverts de longs poils ont dû habiter des régions déjà froides, et que les ancêtres des rennes de Laponie et des lions d'Afrique ont pu vivre ensemble sur des points peu éloignés, puisque leurs cadavres se trouvent réunis.

La distribution actuelle des animaux sur les continents est donc, en grande partie, la conséquence forcée de l'influence directe de l'homme ou des circonstances qu'il crée.

Sans étendre plus loin ces considérations fondées sur les faits les plus nombreux, il nous semble démontré que l'influence de l'espèce humaine sur la disparition des animaux et sur la diminution des végétaux, et par suite sur le tarissement des grands cours d'eau est suffisamment prouvée. Or, de toutes ces influences combinées avec les lois générales et les causes actuellement agissantes, il résulte que les modifications éprouvées par l'écorce du globe sont un résultat nécessaire des lois générales et particulières de la création, et que ces modifications ont été d'autant

(1) *Documents pour l'hist. des ter. tert.*

présente la surface de la terre et dont résultent de nouveaux bassins secondaires, par le soulèvement de certaines montagnes, ou par l'affaissement de certaines vallées à des époques différentes.

C'est ce fait d'élévation et d'enfoncement entraînant dans leur disposition des roches ou terrains évidemment de formation neptunienne, qui a donné lieu à ce qu'on nomme aujourd'hui, en géologie, la théorie des soulèvements ou mieux celle des dislocations, attribuées par les uns à une force soulevante qui ne peut être que la force volcanique, par les autres à une cause abaissante qui, outre la force volcanique, agirait encore mécaniquement par le retrait des strates, par leur dessèchement et leur tassement.

C'est aussi la cause volcanique qui a produit le métamorphisme des roches, ou la transformation de roches neptuniennes en roches cristallines ou semi-cristallines.

Cette manière d'envisager et de concevoir la géognosie, fondée sur la généralité des faits, nous semble avoir pour résultat important de montrer de quels avantages, la paléontologie, ou l'étude des traces que les corps organisés ont laissées dans le sein de la terre, doit être pour éclairer les questions de synchronisme et de degré relatif d'ancienneté des couches déposées dans les différents bassins; ce qui doit conduire à leur étiologie autant qu'elle peut être approchée à l'aide d'une analogie bien maniée dans l'appréciation des causes agissantes sous nos yeux et de celles qui ont agi dans la succession des siècles.

D'après cela, on voit que la classification des terrains qui sont les unités de la série géologique, quoique souvent peu distincts, peu séparés, peut être poursuivie dans la grande conception de Werner, du sol de la création aux terrains actuels, et donner :

I. *Les roches primitives* ou *primordiales*, créées telles, et origine et source des autres; on les a désignées depuis sous des dénominations extrêmement variées, tirées des points de vue sous lesquels on les a envisagées, en y comprenant les roches de transition ou intermédiaires comme n'en étant que des modifications, résultats de l'action de l'air et de l'eau, et

peut-être de la chaleur, et que nous avons déjà appelés *primaires*.

II. *Les terrains* ou *roches secondaires*, comprenant *les tertiaires*, etc.; ce sont des modifications plus profondes des roches primordiales, déterminées par les agents physiques, par l'air, les eaux, comme par les êtres organisés qui les ont habitées et fait entrer leurs dépouilles dans leur composition.

III. Enfin, les roches intercalaires qui ne sont peut-être aussi que des modifications des roches primordiales, mais par le feu, agissant elles-mêmes pour produire ce qu'on nomme aujourd'hui *roches métamorphiques*, qui ne doivent nullement constituer une classe distincte, pas plus que les *agglomérats*, qui ne sont que des modifications mécaniques de ces mêmes roches.

Dans la première classe il est bien difficile d'établir de bonnes divisions parmi les roches qui la constituent; celle même de *transition*, intermédiaire ou primaire, qui porterait sur la disposition plus ou moins schisteuse, serait assez difficile à caractériser d'une manière tranchée; cependant on la conçoit, surtout en ayant égard, comme nous l'avons indiqué, à la presence ou à l'absence des corps organisés.

Dans la seconde classe, celle des roches secondaires, on trouve au contraire, à établir d'assez bonnes divisions, en prenant pour base leur position par rapport à deux terrains principaux considérés comme des espèces d'horizons, de phares, dans la position; c'est la houille et la craie. Ce qui produit nécessairement trois divisions ou sous-classes, que, d'après leur position constante, on peut désigner par l'épithète d'inférieur, de moyen et de supérieur; et chacune de ces sous-classes peut elle-même être partagée en trois par rapport à un terrain considéré comme principal : ainsi pour le premier, comme c'est le charbon houiller qui est le principal, ces terrains sont subdivisés en *sous-houiller*, *houiller*, et *sur-houiller*; il en est de même pour les terrains secondaires moyens, par rapport au calcaire jurassique qui sera divisé en *sous-jurassique*, *jurassique*, et *sur-jurassique*; ce dernier formé par les terrains crétacés. Enfin, le terrain supérieur, tertiaire des auteurs, est déjà divisé en éocène, miocène et pliocène, qui pourraient

être nommés *sous-calcaires, calcaires, sur-calcaires*, en prenant le calcaire grossier comme centre.

Quant aux terrains ou roches de la troisième ou dernière classe e Werner avait passés sous silence, en les confondant avec terrains primitifs, comme M. de Humboldt le propose de uveau aujourd'hui, ne pourrait-on pas aussi les considérer me des modifications des terrains primitifs et même des ains secondaires, mais par l'action du feu et comme véritement anormaux sous tous les rapports et les considérer tout comme accidentels, et les partager d'après la roche cipale interne, en *sous-basaltiques* ou trachytes, *basaltiques* *sur-basaltiques* ou laves.

Enfin, ne faudrait-il pas former un groupe des terrains diluviens sous le titre de terminaux ; en effet, ces terrains arrivent écessairement les derniers quand le sol a été exondé, après formation complète sous les eaux ; eux et les terrains priaires de transition ne peuvent venir qu'aux deux extrémi- de la série.

Dès-lors on aurait le tableau suivant de l'ensemble des terins ou des roches qui constituent ce qu'on nomme l'écorce la terre, et disposé de façon à indiquer la superposition rtielle, qui est la plus générale.

Roches ou [..]ains.	C. I primitifs ou fondamentaux.	granite..... gueiss..... micaschistes			Dans ce groupe, la décomposition aérienne et aqueuse forme des sables et des argiles, mais point d'aggrégats.
	Cl, II secondaires.	inférieures .	sous-houillers. houillers.... sur-houillers		
		....	moyens.....	sous-jurassiques. jurassiques. sur-jurassiques ou crétacés ..	
		....	supérieurs.....	sous-calcaires. calcaires. sur-calcaires.	
		terminaux ou superficiels, comprenant le diluvium et l'alluvium.			
	Cl. III intercalaires ou volcaniques ou pyroïdes.	sous-basaltiques.... basaltiques........ sur-basaltiques....			Qui par leur action médiate ont produit des dislocatious, et par leur action immédiate ont produit le métamorphisme des roches secondaires contiguës.

Enfin, si l'on considère les débris des corps organisés en eux-mêmes, il n'y a aucune loi dans l'ordre d'apparition et de disparition des espèces dans la série des terrains, soit qu'on suive la gradation animale ou sa dégradation. On ne peut donc

attribuer les fossiles qu'aux circonstances d'habitation et nullement à l'ordre de création.

En effet, si l'on trouve abondamment des restes fossiles et des traces d'espèces, des plus élevées dans la série animale, dans les premiers terrains zootiques, on y trouve aussi celles des dernières.

Un fait digne d'être remarqué, c'est que, si pour les espèces marines on trouve des différences notables entre celles qui se trouvent aujourd'hui dans nos mers, et celles des tropiques et des mers méridionales, aussi bien pour les espèces que pour les formes génériques, cela n'a pas lieu pour les espèces d'eau douce ni pour les espèces terrestres ; partout sur la surface de la terre, celles-ci sont des planorbes, des physes, des lymnées, des paludines, des cyclostomes.

On peut en dire autant pour les formations géologiques ; si les strates de nos formations marines renferment en grand nombre des traces d'espèces et de genres qui paraissent ne plus se trouver dans nos mers actuelles, il n'en est pas de même pour les strates des formations d'eau douce ou terrestres ; ce sont toujours des lymnées, des planorbes, des physes, des ancyles à peine distinctes, comme espèces, de celles qui vivent aujourd'hui dans nos eaux douces, mais certainement sans formes nouvelles. Si l'on trouve des mélanopsides dans certains terrains d'eau douce, c'est dans les contrées où il en existe encore de vivantes aujourd'hui, en Espagne, en Grèce, peut-être dans le midi de la France.

N'est-ce pas un argument contre la diminution de la température à la surface de la terre ? En effet, si cette diminution avait eu lieu, il est évident qu'elle aurait dû porter bien davantage sur les eaux douces que sur les eaux salées, et par conséquent sur les êtres qu'elles renfermaient.

Cette observation n'est-elle pas en faveur, au contraire, de la diminution dans la profondeur des mers, qui a pu déterminer la destruction successive d'un grand nombre d'espèces qu'on ne trouve aujourd'hui que dans des mers profondes ; les cyprées, les olives, les strombes et même les murex, et bien d'autres sont dans ce cas. Plusieurs autres faits tendent d'ailleurs à prouver cette diminution dans la profondeur des mers.

Si maintenant nous rapprochons de cette conception à *priori* l'ensemble des faits généraux et des terrains géologiques, nous verrons qu'elle s'y adapte exactement et qu'elle en est véritablement déduite.

Le sol granitique est partout inférieur à tous les terrains, et les chaînes de montagnes granitiqnes sont en général les plus élevées du globe; ce sol et ces montagnes sont donc, comme nous croyons l'avoir prouvé, antérieurs à tous les terrains et à l'existence des êtres organisés; c'est proprement le sol de la création, avec ses terres vierges.

Les parties les plus superficielles des montagnes granitiques, décomposées sur place, ont pu donner naissance aux gneiss, et peut-être même à certains micaschistes.

La dégradation atmosphérique, météorique et aqueuse de ces couches de gneiss et de micaschistes a dénudé les sommets granitiques, en sorte qu'on ne retrouve plus les gneiss et les micaschistes que sur le flanc de ces montagnes.

Mais un fait important, c'est que ces gneiss et ces micaschistes reposent toujours, sans intermédiaires, sur les granits auxquels ils se lient par des passages imperceptibles; et quand des couches secondaires reposent immédiatement sur les granits, ce qui a souvent lieu, il n'y a point de gneiss, ni de micaschiste dans ces localités. La raison en est évidente, dans notre conception; car les granits, recouverts de bonne heure par des calcaires ou des argiles, etc., ont été protégés contre les causes qui les ont décomposés ailleurs, pour former les gneiss et les micaschistes. En sorte que ces derniers doivent des toujours sortir de sous tous les vrais dépôts aqueux.

Mais il y a d'autres micaschistes et peut-être même d'autres gneiss qui renferment des débris de corps organisés; ils peuvent être ou superposés à des couches secondaires ou même tertiaires, ou bien reposer encore immédiatemeut sur les granits. Mais dans l'un et l'autre cas, on doit les considérer comme un transport mécanique, par les eaux, des débris des premiers gneiss et des premiers micaschistes avec lesquels se sont mêlés dans le transport les restes de corps organisés.

Enfin, les gneiss et les micaschistes qui ont produit le métamorphisme des couches calcaires sur lesquelles ils se trouvent

superposés comme en coulées, paraissent devoir être attribués à la cause ignée qui en a amené les matériaux de bas en haut en diverses localités. Du reste, on doit en dire autant des granites accidentels qu'on retrouve superposés à des dépôts aqueux quelconques. Ce sont là des exceptions à la marche générale des phénomènes.

Nous arrivons ensuite à un groupe que les géologues systématiques ont tantôt rapporté aux terrains de transition, tantôt aux terrains secondaires. Il se distingue par un grès compacte, pénétré à l'intérieur par une argile noire ou grise, ce qui lui a fait donner le nom de grauwacke. Le schiste argileux alterne régulièrement avec le grauwacke, dont souvent même il occupe la place ; le calcaire qu'on trouve dans cette formation est de couleur foncée presque noire. On y trouve des trilobites, des crustacés, des mollusques, et peu de plantes. Les mollusques qu'on y trouve sont généralement des animaux de mers profondes, sauf quelques trachélipodes phytophages, et un certain nombre de patelles, qui sont le plus ordinairement des animaux de rivages. On y trouve aussi des polypiers et un grand nombre de crinoïdes, animaux des mers profondes.

D'après ces faits, on doit donc considérer les grauwackes comme un résultat du remaniement par les eaux de la substance quartzeuse des roches granitiques ; cette substance quartzeuse est devenue un grès compacte auquel est mêlée l'argile noire ou grise, qui a pu provenir de la décomposition du mica. Et, dans certains cas, ces micas devenus argiles, se sont trouvés seuls, et ils remplacent les grauwackes. Mais ces roches étant le résultat d'une décomposition plus profonde, d'une désagrégation et d'un remaniement plus considérable dans des mers plus ou moins profondes, doivent déjà s'éloigner, et s'éloignent, en effet, beaucoup plus des granits.

Les calcaires noirâtres ou bleuâtres de cette formation sont généralement sableux, et renferment des polypiers, beaucoup de crinoïdes, des poissons même ; ils ont donc été formés dans des mers profondes, et probablement en même temps que les grauwackes et les schistes dont ils contiennent des éléments et auxquels ils se lient. On pourrait aussi supposer que ceux qui contiennent beaucoup de poissons, auraient pu être déposés

dans le voisinage des premières émanations volcaniques sous-marines ; et d'autres qui forment des montagnes qui paraissent brisées dans leurs couches, seraient sans doute modifiées par la cause ignée.

C'est dans cette division que l'on rencontre l'anthracite, espèce de charbon métallique, différent de la houille, qui pourrait devoir son origine à des substances végétales mêlées de substances minérales et modifiées par la chaleur.

Enfin, ces diverses formations plus ou moins parallèles entre elles, et par conséquent contemporaines, sont recouvertes superficiellement en un grand nombre de points par des terres argileuses brunâtres, des limonites, des sables blancs ou jaunes, quelquefois rouges, couleurs qui peuvent les faire considérer comme des débris des grès rouges ou des granits roses, etc.

Ces sables et ces argiles ont été souvent considérés comme appartenant aux terrains modernes ; mais il est plus probable qu'ils se rapportent, de même que les terrains métallifères, aux derniers termes des terrains hémilysiens (1), dont nous venons de parler.

Si l'on ajoute que tous ces terrains de transition ou primaires sont à découvert dans les parties les plus septentrionales de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique ; qu'ainsi c'est dans le Nord, en Allemagne et en Angleterre, etc., qu'on a étudié ces terrains avec plus de facilité, parce qu'on les avait à la superficie ; que dans la Péninsule scandinave, en Norwége, en Suède, en Finlande, dans la Russie septentrionale, européenne et asiatique, sur les côtes de la mer de Behring, dans le Groënland et une grande partie de l'Amérique du Nord, les terrains secondaires et tertiaires manquent totalement ; que même en beaucoup de points de ces contrées la formation primitive de granit, gneiss, n'est recouverte d'aucun des terrains primaires, secondaires et tertiaires. Si l'on ajoute encore qu'il en est de même vers le pôle sud, et que c'est en se rapprochant des parties mitoyennes et équatoriales de la terre qu'on rencontre plus abondamment les terrains secondaires et tertiaires ; si l'on considère tous ces faits généraux en les rapprochant, n'est-on

(1) D'Omalius d'Halloy, *Élém.*, p. 457.

pas autorisé à croire que toutes les contrées où l'on observe ainsi les terrains primitifs et primaires ou de transition, ont été les premières émergées et que c'est pour cela qu'elles n'ont pu être recouvertes par les formations secondaires et tertiaires. Ceci serait d'ailleurs d'accord avec le mouvement général des eaux des pôles vers l'équateur.

Ces conclusions qui seront de plus en plus confirmées par les faits que nous allons exposer, nous amènent à considérer les terrains secondaires comme ayant commencé leurs dépôts avant la fin des formations primaires, et comme les continuant après.

Nous avons divisé les terrains secondaires en grès houiller, trias, lias, jurassique et craie, auxquels nous pouvons joindre les terrains tertiaires.

Ces terrains se sont très-inégalement développés sur le globe. Il est assez rare de trouver, si même cela existe, tous les membres de la série des formations secondaires et tertiaires réunis dans un même pays. Les séries les plus complètes, sans tout contenir, se montrent en Thuringe, dans le Hanovre, la Westphalie, la Bavière, la France septentrionale, le centre et le sud de l'Angleterre. Souvent de grandes formations, par exemple, le grès rouge ou le calcaire alpin manquent entièrement; d'autres fois le second est contenu dans le premier, comme une couche subordonnée; d'autres fois encore, tous les termes de la série géognostique, entre le calcaire alpin et le Jura, ou ceux qui sont postérieurs à la craie, se trouvent supprimés.

Le terrain houiller compose la division la plus inférieure des terrains secondaires, quelquefois il fait une excursion dans les divisions supérieures, souvent aussi il en est séparé, et il présente, en général, beaucoup d'irrégularités dans ses gisements. Il est accompagné du grès houiller et du calcaire carbonifère. Souvent on voit, dans les houillères d'Allemagne, du porphyre, dont les éruptions peuvent être regardées comme une des causes de la présence du charbon dans les entrailles de la terre. Les dépôts stratifiés de houille, leur étendue, portent à croire qu'un certain nombre de houillères furent d'abord des dépôts de tourbes. La tourbe est une substance qui a déjà éprouvé dans son tissu cette modification qui caractérise la houille; le naphte y est déjà développé : or, cette substance

minérale n'existe point dans un végétal frais ou sec, elle ne peut se développer que lorsque ce végétal est resté enseveli sous les eaux et qu'il a été privé du contact de l'air atmosphérique. Une tourbe compacte, comme on la trouve quelquefois, est dans des conditions qui la rapprochent de bien près de la houille. Mais si nous ajoutons que, dans un grand nombre de cas, la totalité du gisement de houille a été chauffée et brûlée par des éruptions volcaniques, la plupart porphyriques, sans que les principes gazeux aient pu s'échapper, la transformation de la tourbe en houille acquiert un degré de certitude de plus. Souvent on trouve dans les tourbières des tiges d'arbres qui ne laissent aucun doute sur cette origine de beaucoup de houillères.

Mais, dans d'autres cas, aussi, tout porte à croire que les houillères ont été formées par le transport de substances végétales dans des lacs ou des golfes marins.

Outre les nombreux fossiles végétaux que l'on trouve dans le terrain houiller, les fossiles animaux sont ou des espèces marines, quelquefois de mer profonde, quelquefois de rivage, ou des espèces d'eau douce. L'étude de ces fossiles pourrait donc conduire à déterminer le mode de formation des houilles locales.

Quoi qu'il en soit, le grand dépôt de houille se trouve sur la limite des roches de transition et des roches secondaires... Dans la zone tempérée de l'ancien continent, la houille descend jusque dans les lieux les plus bas du littoral. Près de Newcastle-en-Tyne on trouve, au niveau et au-dessus de la mer, cinquante-sept couches d'argile endurcie et de conglomérats, alternant avec vingt-cinq couches de houille. — Les argiles et les grès sont les roches qui alternent le plus généralement avec les houilles et qui les recouvrent ; et quelquefois celles-ci reposent immédiatement sur le granit.

Toutes ces circonstances de gisement prouvent qu'à l'époque de la formation des houilles, il y avait des terres émergées où croissaient les végétaux, des fleuves qui les transportaient, des marécages et des lacs où se formaient des tourbières, des lacs et des golfes marins qui recevaient les débris végétaux apportés par les fleuves ; que ces fleuves apportaient, en même temps,

les détritus des roches primitives et primaires exondées, d'où sont provenus les grès et les schistes qui accompagnent les houilles; ces circonstances, avec la position du grand dépôt houiller, intermédiaire aux terrains primaires et secondaires, c'est-à-dire engrenant sur les premiers et sous les seconds, nous conduisent à reconnaître que les houilles marines se sont déposées non loin des rivages des mers primitives, tandis que d'autres se sont déposées, en même temps ou plus tard, dans des lacs d'eau douce; et dès-lors on ne doit point s'attendre à trouver des houilles sous les grands massifs secondaires qui se formaient en même temps et après dans le sein des mers plus profondes.

Mais, outre le grand dépôt houiller, il y a des gîtes exceptionnels de houille, qui se sont formés sans doute de la même manière, mais probablement dans d'autres circonstances de sol et plus tard. On voit déjà, par exemple, des houillères dans l'oolithe jurassique. Il y en a une en exploitation près de Buckenbourg. On les rencontre dans plusieurs localités en petits bassins, et leur présence dans les montagnes élevées du Jura a, depuis longtemps, excité la curiosité. Ces gîtes exceptionnels prouvent de plus en plus l'origine végétale et naturelle des houilles, qui ne peuvent, dès-lors, être attribuées à d'autres conditions que celle de la nature actuelle.

La seconde division des terrains secondaires, que dans notre conception géologique nous avons appelés *sur-houillers*, répond aux assises supérieures du grès houiller et au trias. Cette division consiste dans une série de couches de grès, de calcaire, d'argile et de marne qui affectent communément une texture schisteuse.... Le bunter sandstein de l'école de Werner, le grès bigarré des Français ou le nouveau grès rouge des Anglais, est la couche la plus développée dans tous les pays qui appartiennent au terrain secondaire; partout, et aussi loin que nos renseignements peuvent s'étendre, nous savons qu'il forme des chaînes de montagnes. En Allemagne et en France, il supporte le muschelkalke, rarement sans intermédiaire, car le plus souvent on trouve un lit de marne rouge ou verte interposé. Des couches de même nature séparent le muschelkalke du lias qui est superposé. M. de Buch a donné le nom de keuper

à ces couches et à toutes celles qui s'y rattachent. Au-dessous du grès bigarré, on trouve en Allemagne un schiste calcaire appelé zechstein dans ce pays, calcaire magnésien en Angleterre, calcaire fétide, gris, en France. Ce calcaire est accompagné d'une argile schisteuse contenant du cuivre sulfuré, très-visible dans le pays de Mansfeld. Cette série de couches est appuyée sur le grès rouge des Allemands ou vieux grès rouge des Anglais, ou poudingue.

Les porphyres du grès rouge se rencontrent à l'extrémité méridionale de l'Allemagne, dans le Tyrol.

Le zechstein, ou calcaire alpin, s'étend dans une partie de l'Allemagne, de la France orientale, dans les Alpes suisses, la Bavière méridionale, le Tyrol, la Styrie, etc. Au mont Perdu, dans la chaîne des Pyrénées, cette roche de calcaire fétide s'élève à plus de 1750 toises de hauteur; dans les andes du Pérou, elle s'élève jusqu'à 2,000, 2,207 toises. — La grande hauteur à laquelle se trouvent ces calcaires fétides, leur odeur, leur structure schisteuse, leurs fossiles, prouvent, à n'en pas douter, qu'ils ont subi l'action de volcans sous-marins et qu'ils ont sans doute été soulevés dans les localités où ils atteignent de telles élévations.

En Allemagne le zechstein se trouve quelquefois recouvert par la série superposée du muschelkalke, du gypse fibreux et argileux, du grès bigarré ou oolithique, du gypse feuilleté et salifère. Le muschelkalke des bords du Weser est parallèle au lias d'Angleterre; ce qui prouve qu'aux deux extrémités de la grande mer secondaire, ces deux terrains, qu'on regarde comme superposés dans les classifications artificielles, ont pu se déposer en même temps.

Dans les grès de ce groupe secondaire, on trouve des végétaux fossiles terrestres, des reptiles, des poissons. — Dans les marnes on trouve des mollusques de rivage, des buccins et des myes, qui vivent ordinairement dans les marnes des rivages. — Dans les gypses, des débris de reptiles, de poissons, des mollusques, dont plusieurs sont de rivages, telles que des natices, des venericardes, des myes, des avicules, etc. — Dans les calcaires, on trouve des reptiles ichthyosaures, des mollus-

ques de mer profonde, des encrines, rayonnés de mer profonde ; mais aussi des mollusques de rivages.

Ainsi, la position des divers groupes de cette division sur-houillère, ou triasique, la nature de ses fossiles, végétaux terrestres, reptiles d'embouchures, mollusques de rivages, poissons et mollusques ainsi que rayonnés de mer profonde, prouvent que ces terrains sont de formations fluvio-marines, en grande partie ; que ces formations pouvaient s'effectuer plus ou moins loin des embouchures, et engrener, dès-lors, sur les pieds des couches de transition, et sous la tête de ce que nous appellerons le terrain jurassique ; puis recevoir çà et là des enclaves de terrain houiller, sur lequel elles ont pu également engrener.

Nous arrivons aux trois derniers groupes secondaires que nous avons appelés *sous-jurassiques* ou *lias* parallèle au trias ou sur-houiller, et probablement de même époque ; *jurassiques* ou *oolithiques ; sur-jurassiques* ou *crétacés*.

Le groupe oolithique ou jurassique contient de la houille et est très-riche en fossiles. De terrains très-variés, il s'étend depuis les Alpes jusqu'en Franconie, et peut-être les calcaires des Alpes doivent-ils être rapportés à cette formation ; on le rencontre souvent dans les montagnes qui bordent le Weser et en Angleterre.

Le calcaire jurassique repose près de Lanfenbourg sur du granite, au Schavarzwald sur le grès rouge ou houiller. La formation jurassique constitue la chaîne du Jura suisse, donne naissance en Allemagne aux Alpes de la Souabe, a jeté des ramifications dans toute la partie orientale de la Franconie et dans le haut Palatinat. Le calcaire des Apennins fait peut-être partie de ce groupe. La couche inférieure de cette grande formation est appelée *lias* en Angleterre où elle prédomine, et est, comme nous l'avons dit, parallèle au trias du Weser.

Dans la France orientale, le terrain jurassique descend des Ardennes jusqu'en Franche-Comté, traverse la France par le Berry et vient dans la France occidentale jusqu'à La Rochelle, formant ainsi une bande non interrompue qui entoure la mer de craie de la France septentrionale. De La Rochelle et du Poitou, la bande jurassique se continue du N.-O. au S.-E, jusqu'à

Montpellier et Narbonne, séparant, vers le Nord, les terrains de transition de la Vendée et le terrain primitif du Limousin.

Une autre bande jurassique occidentale entoure la mer de craie, et la sépare des terrains primitifs et de transition de la Bretagne, en s'étendant depuis la Flèche, par Caen, jusqu'à Valognes, le long des bords de la Manche en Normandie.

Sur les côtes de Normandie, les assises marneuses et oolitiques ont pris un développement beaucoup plus grand qu'en Allemagne. Nous citerons, d'après les recherches intéressantes de M. C. Prévost, les couches superposées entre Dieppe et le Cotentin, en commençant par les couches inférieures: 1° calcaire à gryphées arquées et calcaire lithographique (Le Vay, Issigny), renfermant quelques lignites et superposés au terrain de transition; 2° argiles inférieures et oolithes, argiles des vaches noires, alternant avec du lias à débris d'ichthyosaures; oolithes grises de Dive, ferrugineuses, mêlées d'argiles avec lignites et avec pétrifications nombreuses de madrépores, de modioles, de *gryphæa cymbium* et d'ammonites, oolithes blanches; 3° calcaire de Caen; les couches inférieures avec des nodules de silex, avec peu de coquilles (ammonites, bélemnites), et avec quelques ossements de crocodiles; les couches supérieures à polypiers (coralrag) et à trigonies, renfermant des cérites entièrement analogues à celles trouvées au-dessus de la craie; 4° argiles supérieures du cap La Hève, de couleur bleuâtre, avec lignites, débris de crocodile (Honfleur) et bancs de calcaires moins développés qu'à Caen. On voit que dans cette partie de l'Europe les lignites percent à travers toutes les couches de calcaire jurassique, et que, par conséquent, il existait des végétaux et des terres découvertes; on voit que cette formation, en faisant abstraction des argiles intercalées, se compose de trois grandes assises, savoir : de calcaire à gryphées arquées, d'oolithe, et de calcaire à polypiers et à trigonies.

La formation jurassique ou oolithique se compose, en général, d'un alternat de roches calcaires, arénacées et argileuses; les sables et les argiles sont une décomposition plus profonde des roches primitives aux débris desquelles se sont mêlés ceux des roches de transition et des roches secondaires que nous avons vus reposer sur les primitives et sur celles de transition,

tels que les grès sur-houillers et triasiques ; tous ces débris, transportés mécaniquement, se sont mélangés avec les produits des corps organisés.

Le terrain crétacé est très-puissant, il contient beaucoup de fossiles curieux et tous marins.

Les grès et sables ferrugineux, les grès et sables verts, les grès secondaires à lignites se montrent entre le calcaire alpin, jurassique et la craie, c'est-à-dire vers la limite des deux.

Dans un nivellement barométrique, fait, en 1805, de Paris à Naples, MM. Gay-Lussac et de Humboldt ont vu sortir au jour, successivement sous la craie, le calcaire du Jura, le calcaire alpin, le grès rouge, le gneiss et le granit (entre Lucy-le-Bois, Avallon, Autun et montagne d'Aussy). On a reconnu la craie dans plusieurs parties de l'Allemagne, dans le pays d'Hanovre, au pied du Harz près Goslar, dans le Brandebourg près Preutzlow, et à l'île de Rugen. Mais plusieurs de ces prétendus gîtes de craie sont très-contestables, car souvent elle n'est reconnaissable que par les corps fossiles que présentent les lambeaux de terrains marneux et arénacés ; or, les fossiles ne sont pas suffisants pour ranger ces lambeaux de rivages dans la craie véritable qui est toujours un dépôt de mer profonde. La véritable craie est, en effet, toujours entourée par les dépôts jurassiques sur l'extrémité intérieure desquels elle engrène, et dans plusieurs points elle repose sur les terrains de transition et primitifs ; cette position constante, jointe aux fossiles de la craie, toujours marins et animaux de mer profonde, prouve que la craie est un dépôt de pleine mer.

Ainsi, dans la formation du lias, du terrain jurassique et de la craie, nous retrouvons cette alternance de continent et de mer des formations tertiaires ; il y a seulement une très-grande différence dans la disposition et la grandeur des bassins. Les montagnes jurassiques ont bien plus de développement que les montagnes tertiaires ; les premières sont en chaînes qui se continuent fort loin et dont les roches y sont le plus ordinairement en couches horizontales, tandis que les montagnes tertiaires ont peu d'étendue. Dans la formation jurassique, nous voyons un grand continent dont rien ne vient interrompre la continuité, ou de vastes mers qui présentent des phénomènes en rapport. Dans

la formation tertiaire, c'est la mer actuelle qui a fait irruption sur un continent peu différent du nôtre, ou, bien plus probablement, qui en a été chassée.

Les lignites jurassiques, les végétaux fossiles de ce terrain, prouvent qu'il y avait des terres découvertes ; la houille que le groupe oolitique fournit dans certaines localités, prouve la même chose, et lie cette formation d'une manière continue aux formations houillères, sur et sous-houillères.

Les grands sauriens, animaux d'embouchures, nous prouvent, avec les débris végétaux, qu'il y avait de grands fleuves.

Les mollusques fossiles des terrains jurassiques présentent un grand nombre d'animaux de mer profonde, tels que les ammonites, les bélemnites, les nautiles, etc., des animaux de baies et des marnes des rivages, les cardites et surtout les myes, etc. des animaux d'eau douce ou saumâtre, des unios, etc.

Les terrains jurassiques doivent donc être considérés en partie comme des formations fluvio-marines pélagiques, c'est-à-dire que leurs dépôts, résultats des eaux fluviatiles et marines, se formaient assez avant dans la mer, beaucoup plus avant que les terrains de transition, et même que les terrains houillers et triasiques ; que rien, par conséquent, n'empêche de les considérer, sinon en totalité, au moins en grande partie, comme contemporains et se formant tous ensemble, mais en divers points d'une même mer.

Mais ce qu'il y a de plus remarquable dans la formation jurassique, ce sont ses immenses quantités de polypiers, ses grandes masses de coraux pétrifiés, qui forment des montagnes, et qu'on doit regarder comme les rescifs ou les îles de corail anciens, analogues aux îles que les polypes forment encore aujourd'hui dans la mer du Sud....

La disposition de ces îles de corail rangées en ligne, ou disposées en groupes distincts doit faire supposer la préexistence de sommets de montagnes sous-marines qui auront servi de base aux constructions de ces petits êtres. MM. Quoy et Gaymard, zoologistes de l'expédition du capitaine Freycinet, ont prouvé que dans plusieurs îles les rescifs de corail reposent sur une roche qui ne renferme aucune trace de polypier. Eh-

remberg a fait de semblables observations dans les îles de corail de la mer Rouge.

Ainsi, la craie se trouve entourée de rescifs et de montagnes de polypiers ; or, MM. Quoy et Gaymard ont encore constaté que le lavage des rescifs de la mer du Sud donne une substance tout-à-fait analogue à la craie blanche, dont ils ont suivi la trace dans les courants pendant plus de vingt-cinq lieues ; en outre, les polypiers produisent du calcaire, de la silice et toutes les substances qui font le fond de la craie ; on trouve, en outre, dans celle-ci une grande quantité de débris de polypiers et de coraux. Tout porte donc à conclure que la vraie craie a été formée aux dépens des polypiers jurassiques, et par conséquent, en même temps que ces terrains, seulement encore plus avant qu'eux dans la mer ; ce qui le prouve de plus en plus, ce sont les autres fossiles de la craie, qui sont tous marins et animaux de mer profonde en général. Ces fossiles sont nombreux et en général brisés, triturés, et ne présentent point, comme dans les formations de rivage et d'embouchure, d'innombrables réunions d'individus des mêmes espèces ; dès-lors on voit que tous ces débris ont été amenés de loin et qu'avec les débris et les lavages des polypiers jurassiques, ils ont contribué à augmenter singulièrement la masse des craies.

Ainsi, comme conclusion générale de cette étude sur toutes les divisions des terrains secondaires et de transition, on voit une mer immense, parsemée d'îles et de continents primitifs ; sur les bords de cette mer se forment des terrains de transition çà et là, ailleurs des terrains carbonifères, qui pénètrent jusque dans le sol jurassique ; sur les rivages encore et engrenant sur le sol de transition, dans certains cas, et reposant dans d'autres immédiatement sur le granit, se sont formées des couches triasique et liasique, parallèlement, comme le lias d'Angleterre, parallèle au trias du Weser. Plus avant, dans cette mer se sont formées des couches jurassiques par le concours des grands fleuves et des eaux marines ; tandis qu'à côté, dans des hauteurs d'eau suffisantes sur des rochers primitifs sous-marins, s'élevaient des rescifs et des îles de corail et de polypiers. De sorte qu'en certains points cette immense for-

mation jurassique repose sur le bord intérieur des terrains précédents, et dans d'autres immédiatement sur le sol primitif de la création.

Du lavage et des débris des polypiers, pendant qu'ils s'élevaient, de l'apport des coquilles brisées et des rayonnés libres comme les oursins, se sont formées les craies tout-à-fait au sein de cette mer profonde, en sorte que la craie repose en différents points, sur les divers terrains précédents, par ses bords extérieurs, qui, ayant été les derniers déposés, devaient, en effet, engrener sur les couches jurassiques, etc., comme les derniers dépôts jurassiques engrènent sur le lias et le trias et ainsi de suite.

Or, généralisant trop cette superposition par engrenage du bord extérieur d'un terrain sur le bord intérieur d'un autre, ou, pour trancher la question, du dernier dépôt d'un terrain sur le premier de l'autre, « On suppose, dit Link, que les cinq » divisions secondaires sont superposées, de telle sorte que la » seconde n'aurait commencé à se déposer que lorsque la pre» mière aurait été complétement formée. Cependant il est bien » possible que des formations qu'on regarde maintenant comme » superposées et d'époques différentes, se soient déposées dans » le même temps et dans des localités diverses (1). » Et c'est ce dont nous croyons avoir fait au moins entrevoir l'évidence.

« On se figure, dit encore Link (2), ces cinq divisions comme superposées les unes aux autres avec beaucoup d'ordre, et comme si elles se suivaient avec régularité sur la surface du globe. Cette idée fut introduite par le besoin de systématisation minéralogique de l'école de Werner. On en conclut que ces diverses superpositions s'étaient formées successivement, de telle sorte que le dépôt de la première formation était terminé quand le dépôt de la seconde commença, et ainsi de suite. Mais il n'y a aucune preuve qui puisse appuyer cette hypothèse. Nulle part on n'a pu observer ces cinq prétendues divisions, reçues par tous les géologues, dans une seule et même localité et superposées régulièrement les unes aux autres, de manière à pouvoir reconnaître l'âge relatif de chacune d'elles

(1) *Le Monde primitif, etc.* — (2) *Id., id.*

et l'indiquer avec précision. Ce classement méthodique n'a pu venir qu'à la suite de beaucoup de recherches et d'une grande contention d'esprit. On s'est donné beaucoup de peine pour trouver quelques localités où deux formations se trouvassent superposées régulièrement sans penser que la couche supérieure, dans cette localité, pouvait, dans d'autres, avoir été la contemporaine de la couche inférieure, » et sans penser même que la nature des couches donne la raison pour laquelle les inférieures sont toujours inférieures quand elles existent; par exemple, les terrains de transition sont toujours inférieurs aux houilles, quand les deux existent dans la même localité, parce que le terrain de transition est un débris des roches primitives qui, une fois recouvertes par d'autres dépôts, ne peuvent plus fournir de matériaux à la cause aqueuse; de même un dépôt de pleine mer, tel que la craie, ne peut être inférieur aux dépôts jurassiques de rivages, ou madréporiques, dont elle est en partie un résultat. Il en est de même pour les autres dépôts divers.

« En un mot, dit encore Linck, parlant toujours des généralisations hypothétiques, chacune de ces théories repose sur tant de conjectures, que lorsqu'on a étudié ce sujet de plus près, on tombe tout au moins dans le scepticisme.

Il y a encore une circonstance qui ne porte pas sur l'âge des divisions, mais sur les divisions elles-mêmes. Dans le nord de l'Allemagne, par exemple, les divisions des roches calcaires sont visibles et tranchées, parce qu'elles sont séparées par un grès que peut-être le hasard y aura amené. Ce grès séparatif des couches, manque dans plusieurs endroits des Alpes; alors on a imaginé de créer (1) la formation du calcaire alpin, qu'on a rapporté tantôt à une époque géologique et tantôt à une autre, tandis qu'il serait possible que réellement il appartînt à plusieurs époques, car les strates inférieures ont dû nécessairement se déposer à une époque plus ancienne que les strates supérieures, parce que la roche s'est formée continuellement, mais sans interposition de grès. Le calcaire alpin pourrait donc avoir parcouru plusieurs époques. Considérons aussi combien

(1) Afin de faire cadrer avec les hypothèses des classifications artificielles des terrains.

les bouleversements peuvent arriver facilement dans les montagnes élevées. Des couches portent à faux, l'équilibre se perd, elles se renversent, et ce qui formait la partie supérieure, devient alors la partie inférieure. Nous voyons par là quelle est la difficulté de déterminer avec quelque précision l'âge des formations dans les Alpes. »

Un phénomène remarquable que nous avons déjà signalé, c'est qu'on ne voit le terrain de transition que dans le Nord, en Suède, en Angleterre, dans la Livonie, etc.; qu'on ne l'observe point dans toute la longueur de la chaîne des Alpes, qui va de l'Est à l'Ouest, et que, vers le Sud, on ne trouve plus rien qui le rappelle. Des observations exactes ont aussi fait disparaître des Karpathes ce terrain. L'opinion de plusieurs géologues est que les montagnes de Gênes sont formées par le terrain de transition; mais on n'y a découvert aucun des fossiles caractéristiques des terrains de transition; ceux, au contraire, qu'on y observe sont assez rares et indiquent les divisions inférieures des terrains secondaires. Ainsi, dans les latitudes méridionales, on a signalé un terrain de transition où manquent les caractères zoologiques, tandis que, dans le nord glacé de l'Amérique, on le trouve accompagné de tous les caractères qui le distinguent. Ces faits sont en rapport avec le mouvement général des eaux, du Nord au Sud, vers où elles ont entraîné tout l'effort des formations secondaires.

Il en est pour le muschelkake comme pour les roches de transition; ce n'est qu'en Allemagne et en France qu'on l'a trouvé avec les encrines qui lui sont propres. En France même, il est comme enveloppé dans une couche de marne argileuse verte et rouge qui recouvre le grès bigarré, et qui, placée au-dessous du lias, porte le nom de keuper. On ne la connaît point en Angleterre, dans la Péninsule scandinave, ni dans les parties occidentales ou méridionales de l'Allemagne. On conçoit dès-lors que le muschelkake soit un débris de roches primitives transporté au loin, sur la limite des terrains secondaires avec lesquels il se mélange.

Ces faits de séparation tranchée nous amènent à voir dans un seul ensemble tous les terrains secondaires, comme se formant au Midi, pendant que ceux de transition se formaient au Nord.

Si, en outre, nous admettons que beaucoup de montagnes doivent leur existence à des affaissements ou à des soulèvements, résultats de la cause ignée ou du brisement des couches porte-à-faux, nous voyons de nouvelles circonstances qui pourraient bien déranger l'ordre qu'on s'est plu à établir hypothétiquement dans la série des terrains secondaires.

Enfin, l'étude des fossiles du terrain secondaire prouve que tout l'ensemble de ce terrain s'est formé dans des circonstances à peu près identiques et s'influençant mutuellement, et que dès-lors il n'appartiendrait qu'à une époque unique et non à plusieurs.

Ainsi le monde primitif nous offre une grande période géologique, dit avec raison Linck, pendant laquelle dans diverses localités, alternativement ou simultanément, se déposèrent des roches diverses. Un continent s'élevait au dessus de la surface des eaux, c'est une vérité que prouvent d'une manière incontestable les gisements de houille, les empreintes de végétaux, les grands sauriens d'embouchure, les mollusques fluviatiles. Mais tout porte à croire que dans ce continent primitif, les marais, les lacs et les grands fleuves étaient infiniment plus nombreux qu'ils ne le sont à l'époque actuelle. Les bassins houillers, les fossiles presque tous aquatiques, conduisent à cette conclusion.

Un vaste océan s'étendait au loin ; ses eaux étaient peuplées des animaux analogues ou identiques à ceux que nous trouvons en si grand nombre dans nos mers actuelles. La formation calcaire, d'origine essentiellement marine, et résultat du travail ou des débris de ces animaux, forme des alternances avec un terrain micacé, qui n'est qu'un détritus de la couche quartzeuse brisée, désagrégée, décomposée du globe ; dans le milieu s'insinue l'argile fine des parties élémentaires du feldspath et le mica du granit, et qui est encore une partie dominante dans le porphyre.

Ce qui dans un endroit ne fut que le résultat de la destruction, se fit dans un autre au milieu du calme et du repos ; car, de temps à autre, la tranquillité du globe fut troublée par des éruptions volcaniques qui en brisèrent la surface et modifièrent plus ou moins le bassin des mers. Ces éruptions viennent souvent encore l'agiter et continuer avec plus ou moins d'intensité

la série des phénomènes ignés, comme la cause aqueuse, continue parallèlement la production de ses effets.

« Rien ne prouve que les révolutions de l'écorce solide du globe aient été générales, et qu'elles en aient à la fois embrassé toute la surface ; rien même ne rend le fait vraisemblable... Très-probablement diverses formations se déposèrent en même temps dans diverses localités, et *vice versâ* les mêmes formations purent, sous l'influence des mêmes circonstances, se déposer à diverses époques. Il en fut de même pour les formations tertiaires qui, très-probablement, suivirent aussi la même marche...

» Les périodes de formation admises par les géologues ne sont point sanctionnées par la nature ; ce sont des moyens que les savants ont imaginés pour mettre quelque ordre dans les phénomènes ; on peut les comparer à ces appuis dont l'enfant se sert pour apprendre à marcher et qu'il rejette plus tard (1). »

La grande mer secondaire dont nous venons de parcourir, en général, les formations, vit ses rivages se resserrer de plus en plus par les atterrissements triasiques, liasiques, et par tous les dépôts du système houiller, en même temps que les rescifs et les îles de corail et de polypiers continuaient leurs travaux, qui finirent aussi par dépasser la hauteur d'eau convenable à l'existence de ces animaux. Des affaissements et des soulèvements s'étaient aussi produits en divers points et avaient achevé de refouler les eaux dans les mers actuelles, qui pénétraient encore cependant par quelques golfes sur le sol secondaire. D'autre part, des lacs d'eau douce ou saumâtre s'étaient formés au milieu du continent secondaire émergé. C'est dans ces lacs, et dans ces golfes marins que se déposèrent les terrains tertiaires. Dans les lacs se formèrent des couches d'eau douce ; dans les golfes des couches marines du côté de la pleine mer, des couches d'eau douce du côté du continent, et des couches alternativement marines et d'eau douce sur la limite et au point de jonction des deux ordres de couches précédentes, c'est-à-dire à l'embouchure des grands fleuves, au point de rencontre et de lutte des eaux marines et des eaux fluviatiles. Les végétaux

(1) Linck, *Le Monde primitif, etc.*, p. 84-85.

avaient gagné de proche en proche le sol secondaire à mesure qu'il était émergé; leurs débris se rencontrent avec ceux des animaux fluviatiles dans les couches inférieures du terrain tertiaire; les animaux terrestres, confinés par la grande mer secondaire dans les continents lointains, n'avaient pu approcher de son centre; aussi leurs débris ne se trouvent-ils point dans les terrains qui se sont formés dans ses profondeurs. Mais à mesure que les rives de cette mer se resserraient; à mesure qu'elle donnait naissance par sa retraite successive à des lacs et à des golfes; à mesure que les végétaux couvraient le sol émergé, à mesure aussi, les animaux terrestres s'étendaient et durent ainsi laisser leurs débris dans les diverses assises du terrain tertiaire, où ils sont mêlés à des mollusques d'eau douce et à des mollusques marins. Dans certains golfes tertiaires, les dernières populations de polypiers secondaires trouvèrent çà et là des points de repère, où ils achevèrent de vivre en laissant leurs restes, que l'on retrouve encore dans les calcaires tertiaires.

Telle est la conséquence qui ressort naturellement de l'étude des terrains tertiaires, lesquels ne peuvent évidemment être tous rapportés à la même époque, mais qui doivent s'être formés successivement à mesure que le sol secondaire s'émergeait, et que la mer se divisait en golfe ou faisait place à des lacs. Enfin, le comblement des uns et des autres par les mêmes causes qui avaient comblé la mer secondaire, ou par des causes analogues et diverses, terminait en chaque point des continents actuels la série des dépôts, par ce qu'on a appelé le diluvium, si toutefois on ne doit pas le rapporter à une cause générale et passagère. Ainsi nos continents arrivèrent à leur état actuel, qui n'a été modifié depuis que par les desséchements de nos lacs, les alluvions de nos fleuves, les irruptions et les retraites partielles de nos mers.

LEÇON XX.

THÉORIE GÉOLOGIQUE.

Après avoir considéré l'ensemble des terrains dans leurs positions relatives pour en déduire leur mode de formation et leur synchronisme général, nous devons vérifier notre conception en jetant les premières bases générales de la comparaison des grands bassins, en commençant par le mieux étudié, celui que nous avons indiqué comme mesure, le bassin *celto-germanique*. Cette comparaison, dont nous ne pouvons qu'indiquer rapidement les grands termes, confirmera de plus en plus tous nos principes.

I. Le bassin *celto-germanique* peut être considéré comme borné actuellement au Nord par la mer de ce nom, et comprenant au Nord une partie du Danemark, le Hanovre, l'Allemagne septentrionale, la Hollande, la Belgique ; au Sud, la France septentrionale ; à l'Ouest, l'Angleterre et l'Écosse ; ses limites, à l'Est, descendraient du Harz par la vallée du Rhin à la chaîne des Vosges; au Midi, ses limites seraient les montagnes du Lyonnais, de l'Auvergne et du Limousin; à l'Ouest, toute la presqu'île de la Bretagne.

De la sorte, une grande mer occupait tout le pays ainsi délimité et s'étendait depuis la mer du Nord jusqu'à l'Auvergne. La Bretagne avec ses granits était peut-être une grande île primitive. L'Auvergne se liait avec le Dauphiné, la Haute-Provence, le Haut-Languedoc. Cette grande mer était environnée de toutes parts de terrain primitif, et de terrain primaire ou de transition, et parsemée çà et là d'îles de même nature; elle envoyait des ramifications de ses eaux et de ses courants dans l'Est et le Midi, et par l'Ouest était unie à l'Océan et à la mer du Nord.

En allant des bords de ce bassin au centre, nous trouvons es terrains primaires, secondaires et tert iaires dans l'ordre lsuivant :

I. *Ter. primaire.* — « Dans tous les pays et toutes les grandes chaînes du globe, le sol primaire (intermédiaire des auteurs) peut se diviser en deux grandes formations. Une étude plus approfondie y fera peut-être un jour reconnaître quatre formations, comme c'est déjà le cas pour le nord-ouest de l'Europe, y compris la Scandinavie.

» La formation carbonifère, avec le *grès pourpré* ou le *vieux grès rouge,* forme l'étage supérieur, et il y a, en outre, deux formations mal limitées et composées de schistes, de grès, d'agglomérats et de calcaires. Plus les couches deviennent anciennes, moins il y a de calcaires, plus les couches de ce genre perdent de leur puissance. Le sol primaire d'Angleterre a paru à M. Murchison présenter quatre divisions, qui forment son système silurien (1). »

Ainsi le terrain primaire, comprenant les systèmes cambrien, silurien et dévonien des Anglais, sont de plus en plus arénacés à mesure qu'on s'approche des bords escarpés du bassin qui nous occupe, et de plus en plus calcaires à mesure qu'on s'en éloigne. Ces trois systèmes dans leurs différents membres entourent le bassin celto-germanique. Ils sont très-abondants en Bretagne et dans le Cotentin; la masse antraxifère y forme une bande le long de la Loire, en s'étendant de Maine-et-Loire dans le Morbihan, et plusieurs autres dépôts dans la Sarthe et la Mayenne. On les retrouve dans les montagnes du Forez et du Beaujolais, et dans quelques points des Vosges. Ils forment tout le Hundsruck, l'Eiffel, les Ardennes et la partie méridionale de la Belgique. On les retrouve aussi au Harz, en Saxe, et dans diverses parties de l'Allemagne, en Suède, en Norwége, et ils sont encore très-abondants dans l'ouest de l'Angleterre.

C'est dans ces terrains que se rencontrent les *trilobites* de la famille des crustacés; quelques mollusques brachiopodes, des térébratules, des encrinites et des polypiers dans les couches les plus inférieures (ter. cambrien); les ardoises siluriennes d'Angers et les calcaires qui les recouvrent fournissent beaucoup de trilobites; on trouve encore dans le terrain silurien,

(1) Boué, *Guide du géol.*, t. I, p. 567.

des orthocératites, des lituites, des productus, des térébratules, etc.; le terrain dévonien renferme déjà des fougères, des calamites et diverses autres espèces de plantes qui se rapprochent de celles des houilles, qui suivent immédiatement; les débris de mollusques et de polypiers y sont aussi très-nombreux.

II. *Terrain houiller.* — Le sol secondaire peut se diviser en deux grandes formations, dit M. Boué, inférieurement surtout arénacé, supérieurement principalement calcaire; mais dans chaque zone, chaque bassin particulier, différents membres viennent composer ces deux divisions.

Le terrain houiller, composé de grès calcaire et de houille contenant des fossiles végétaux, des coquilles marines ou d'eau douce (*unios*), des dents de poissons, entre autres de la famille des squales, se montre au jour à la surface ou sur les bords des terrains précédents. A l'ouest du bassin les dépôts de houille se montrent dans le Poitou, à Vouvant et Chantonnay; en Bretagne, sur divers points, Nantes et Quimper; dans la Mayenne, près de Laval, et enfin dans le département de la Manche, où l'on connaît les houillères de Litry et du Plessis, au nord-est et au nord-ouest de Saint-Lô.

Au midi du bassin, les dépôts de houille sont concentrés autour du plateau de l'Auvergne et du Limousin. On les remarque à Avallon, à Decize sur le canal du Nivernais, dans les environs d'Autun et d'Épinac; puis, le long du canal du centre, se trouvent les exploitations du Creuzot, du mont Cénis, Saint-Bérin, Blanzy, etc. Tous ces gîtes houillers forment une ceinture découpée en lambeaux autour du terrain jurassique, et ils doivent être distingués des gîtes houillers d'Auvergne et du Lyonnais, lesquels se sont déposés dans des flaques d'eau douce très-probablement.

A l'est de la mer secondaire qui nous occupe, les dépôts de houille reparaissent dans la chaîne des Vosges, mais en petite quantité, au nord et au sud de Colmar. Ce n'est qu'au nord de la chaîne, au pied du Hundsruck, mais en dehors du territoire français, qu'il s'en trouve des dépôts considérables, qui se retrouvent dans le département de la Moselle. Plus loin viennent les grands dépôts de la Belgique, qui se retrouvent dans

remberg a fait de semblables observations dans les îles de corail de la mer Rouge.

Ainsi, la craie se trouve entourée de rescifs et de montagnes de polypiers; or, MM. Quoy et Gaymard ont encore constaté que le lavage des rescifs de la mer du Sud donne une substance tout-à-fait analogue à la craie blanche, dont ils ont suivi la trace dans les courants pendant plus de vingt-cinq lieues; en outre, les polypiers produisent du calcaire, de la silice et toutes les substances qui font le fond de la craie; on trouve, en outre, dans celle-ci une grande quantité de débris de polypiers et de coraux. Tout porte donc à conclure que la vraie craie a été formée aux dépens des polypiers jurassiques, et par conséquent, en même temps que ces terrains, seulement encore plus avant qu'eux dans la mer; ce qui le prouve de plus en plus, ce sont les autres fossiles de la craie, qui sont tous marins et animaux de mer profonde en général. Ces fossiles sont nombreux et en général brisés, triturés, et ne présentent point, comme dans les formations de rivage et d'embouchure, d'innombrables réunions d'individus des mêmes espèces; dès-lors on voit que tous ces débris ont été amenés de loin et qu'avec les débris et les lavages des polypiers jurassiques, ils ont contribué à augmenter singulièrement la masse des craies.

Ainsi, comme conclusion générale de cette étude sur toutes les divisions des terrains secondaires et de transition, on voit une mer immense, parsemée d'îles et de continents primitifs; sur les bords de cette mer se forment des terrains de transition çà et là, ailleurs des terrains carbonifères, qui pénètrent jusque dans le sol jurassique; sur les rivages encore et engrenant sur le sol de transition, dans certains cas, et reposant dans d'autres immédiatement sur le granit, se sont formées des couches triasique et liasique, parallèlement, comme le lias d'Angleterre, parallèle au trias du Weser. Plus avant, dans cette mer se sont formées des couches jurassiques par le concours des grands fleuves et des eaux marines; tandis qu'à côté, dans des hauteurs d'eau suffisantes sur des rochers primitifs sous-marins, s'élevaient des rescifs et des îles de corail et de polypiers. De sorte qu'en certains points cette immense for-

mation jurassique repose sur le bord intérieur des terrains précédents, et dans d'autres immédiatement sur le sol primitif de la création.

Du lavage et des débris des polypiers, pendant qu'ils s'élevaient, de l'apport des coquilles brisées et des rayonnés libres comme les oursins, se sont formées les craies tout-à-fait au sein de cette mer profonde, en sorte que la craie repose en différents points, sur les divers terrains précédents, par ses bords extérieurs, qui, ayant été les derniers déposés, devaient, en effet, engrener sur les couches jurassiques, etc., comme les derniers dépôts jurassiques engrènent sur le lias et le trias et ainsi de suite.

Or, généralisant trop cette superposition par engrenage du bord extérieur d'un terrain sur le bord intérieur d'un autre, ou, pour trancher la question, du dernier dépôt d'un terrain sur le premier de l'autre, « On suppose, dit Link, que les cinq » divisions secondaires sont superposées, de telle sorte que la » seconde n'aurait commencé à se déposer que lorsque la pre» mière aurait été complétement formée. Cependant il est bien » possible que des formations qu'on regarde maintenant comme » superposées et d'époques différentes, se soient déposées dans » le même temps et dans des localités diverses (1). » Et c'est ce dont nous croyons avoir fait au moins entrevoir l'évidence.

« On se figure, dit encore Link (2), ces cinq divisions comme superposées les unes aux autres avec beaucoup d'ordre, et comme si elles se suivaient avec régularité sur la surface du globe. Cette idée fut introduite par le besoin de systématisation minéralogique de l'école de Werner. On en conclut que ces diverses superpositions s'étaient formées successivement, de telle sorte que le dépôt de la première formation était terminé quand le dépôt de la seconde commença, et ainsi de suite. Mais il n'y a aucune preuve qui puisse appuyer cette hypothèse. Nulle part on n'a pu observer ces cinq prétendues divisions, reçues par tous les géologues, dans une seule et même localité et superposées régulièrement les unes aux autres, de manière à pouvoir reconnaître l'âge relatif de chacune d'elles

(1) *Le Monde primitif, etc.* — (2) *Id., id.*

et l'indiquer avec précision. Ce classement méthodique n'a pu venir qu'à la suite de beaucoup de recherches et d'une grande contention d'esprit. On s'est donné beaucoup de peine pour trouver quelques localités où deux formations se trouvassent superposées régulièrement sans penser que la couche supérieure, dans cette localité, pouvait, dans d'autres, avoir été la contemporaine de la couche inférieure, » et sans penser même que la nature des couches donne la raison pour laquelle les inférieures sont toujours inférieures quand elles existent; par exemple, les terrains de transition sont toujours inférieurs aux houilles, quand les deux existent dans la même localité, parce que le terrain de transition est un débris des roches primitives qui, une fois recouvertes par d'autres dépôts, ne peuvent plus fournir de matériaux à la cause aqueuse; de même un dépôt de pleine mer, tel que la craie, ne peut être inférieur aux dépôts jurassiques de rivages, ou madréporiques, dont elle est en partie un résultat. Il en est de même pour les autres dépôts divers.

« En un mot, dit encore Linck, parlant toujours des généralisations hypothétiques, chacune de ces théories repose sur tant de conjectures, que lorsqu'on a étudié ce sujet de plus près, on tombe tout au moins dans le scepticisme.

Il y a encore une circonstance qui ne porte pas sur l'âge des divisions, mais sur les divisions elles-mêmes. Dans le nord de l'Allemagne, par exemple, les divisions des roches calcaires sont visibles et tranchées, parce qu'elles sont séparées par un grès que peut-être le hasard y aura amené. Ce grès séparatif des couches, manque dans plusieurs endroits des Alpes; alors on a imaginé de créer (1) la formation du calcaire alpin, qu'on a rapporté tantôt à une époque géologique et tantôt à une autre, tandis qu'il serait possible que réellement il appartînt à plusieurs époques, car les strates inférieures ont dû nécessairement se déposer à une époque plus ancienne que les strates supérieures, parce que la roche s'est formée continuellement, mais sans interposition de grès. Le calcaire alpin pourrait donc avoir parcouru plusieurs époques. Considérons aussi combien

(1) Afin de faire cadrer avec les hypothèses des classifications artificielles des terrains.

les bouleversements peuvent arriver facilement dans les montagnes élevées. Des couches portent à faux, l'équilibre se perd, elles se renversent, et ce qui formait la partie supérieure, devient alors la partie inférieure. Nous voyons par là quelle est la difficulté de déterminer avec quelque précision l'âge des formations dans les Alpes. »

Un phénomène remarquable que nous avons déjà signalé, c'est qu'on ne voit le terrain de transition que dans le Nord, en Suède, en Angleterre, dans la Livonie, etc.; qu'on ne l'observe point dans toute la longueur de la chaîne des Alpes, qui va de l'Est à l'Ouest, et que, vers le Sud, on ne trouve plus rien qui le rappelle. Des observations exactes ont aussi fait disparaître des Karpathes ce terrain. L'opinion de plusieurs géologues est que les montagnes de Gênes sont formées par le terrain de transition; mais on n'y a découvert aucun des fossiles caractéristiques des terrains de transition; ceux, au contraire, qu'on y observe sont assez rares et indiquent les divisions inférieures des terrains secondaires. Ainsi, dans les latitudes méridionales, on a signalé un terrain de transition où manquent les caractères zoologiques, tandis que, dans le nord glacé de l'Amérique, on le trouve accompagné de tous les caractères qui le distinguent. Ces faits sont en rapport avec le mouvement général des eaux, du Nord au Sud, vers où elles ont entraîné tout l'effort des formations secondaires.

Il en est pour le muschelkake comme pour les roches de transition; ce n'est qu'en Allemagne et en France qu'on l'a trouvé avec les encrines qui lui sont propres. En France même, il est comme enveloppé dans une couche de marne argileuse verte et rouge qui recouvre le grès bigarré, et qui, placée au-dessous du lias, porte le nom de keuper. On ne la connaît point en Angleterre, dans la Péninsule scandinave, ni dans les parties occidentales ou méridionales de l'Allemagne. On conçoit dès-lors que le muschelkake soit un débris de roches primitives transporté au loin, sur la limite des terrains secondaires avec lesquels il se mélange.

Ces faits de séparation tranchée nous amènent à voir dans un seul ensemble tous les terrains secondaires, comme se formant au Midi, pendant que ceux de transition se formaient au Nord.

Si, en outre, nous admettons que beaucoup de montagnes doivent leur existence à des affaissements ou à des soulèvements, résultats de la cause ignée ou du brisement des couches porte-à-faux, nous voyons de nouvelles circonstances qui pourraient bien déranger l'ordre qu'on s'est plu à établir hypothétiquement dans la série des terrains secondaires.

Enfin, l'étude des fossiles du terrain secondaire prouve que tout l'ensemble de ce terrain s'est formé dans des circonstances à peu près identiques et s'influençant mutuellement, et que dès-lors il n'appartiendrait qu'à une époque unique et non à plusieurs.

Ainsi le monde primitif nous offre une grande période géologique, dit avec raison Linck, pendant laquelle dans diverses localités, alternativement ou simultanément, se déposèrent des roches diverses. Un continent s'élevait au dessus de la surface des eaux, c'est une vérité que prouvent d'une manière incontestable les gisements de houille, les empreintes de végétaux, les grands sauriens d'embouchure, les mollusques fluviatiles. Mais tout porte à croire que dans ce continent primitif, les marais, les lacs et les grands fleuves étaient infiniment plus nombreux qu'ils ne le sont à l'époque actuelle. Les bassins houillers, les fossiles presque tous aquatiques, conduisent à cette conclusion.

Un vaste océan s'étendait au loin ; ses eaux étaient peuplées des animaux analogues ou identiques à ceux que nous trouvons en si grand nombre dans nos mers actuelles. La formation calcaire, d'origine essentiellement marine, et résultat du travail ou des débris de ces animaux, forme des alternances avec un terrain micacé, qui n'est qu'un détritus de la couche quartzeuse brisée, désagrégée, décomposée du globe; dans le milieu s'insinue l'argile fine des parties élémentaires du feldspath et le mica du granit, et qui est encore une partie dominante dans le porphyre.

Ce qui dans un endroit ne fut que le résultat de la destruction, se fit dans un autre au milieu du calme et du repos; car, de temps à autre, la tranquillité du globe fut troublée par des éruptions volcaniques qui en brisèrent la surface et modifièrent plus ou moins le bassin des mers. Ces éruptions viennent souvent encore l'agiter et continuer avec plus ou moins d'intensité

la série des phénomènes ignés, comme la cause aqueuse, continue parallèlement la production de ses effets.

« Rien ne prouve que les révolutions de l'écorce solide du globe aient été générales, et qu'elles en aient à la fois embrassé toute la surface ; rien même ne rend le fait vraisemblable... Très-probablement diverses formations se déposèrent en même temps dans diverses localités, et *vice versâ* les mêmes formations purent, sous l'influence des mêmes circonstances, se déposer à diverses époques. Il en fut de même pour les formations tertiaires qui, très-probablement, suivirent aussi la même marche...

» Les périodes de formation admises par les géologues ne sont point sanctionnées par la nature ; ce sont des moyens que les savants ont imaginés pour mettre quelque ordre dans les phénomènes ; on peut les comparer à ces appuis dont l'enfant se sert pour apprendre à marcher et qu'il rejette plus tard (1). »

La grande mer secondaire dont nous venons de parcourir, en général, les formations, vit ses rivages se resserrer de plus en plus par les atterrissements triasiques, liasiques, et par tous les dépôts du système houiller, en même temps que les rescifs et les îles de corail et de polypiers continuaient leurs travaux, qui finirent aussi par dépasser la hauteur d'eau convenable à l'existence de ces animaux. Des affaissements et des soulèvements s'étaient aussi produits en divers points et avaient achevé de refouler les eaux dans les mers actuelles, qui pénétraient encore cependant par quelques golfes sur le sol secondaire. D'autre part, des lacs d'eau douce ou saumâtre s'étaient formés au milieu du continent secondaire émergé. C'est dans ces lacs, et dans ces golfes marins que se déposèrent les terrains tertiaires. Dans les lacs se formèrent des couches d'eau douce ; dans les golfes des couches marines du côté de la pleine mer, des couches d'eau douce du côté du continent, et des couches alternativement marines et d'eau douce sur la limite et au point de jonction des deux ordres de couches précédentes, c'est-à-dire à l'embouchure des grands fleuves, au point de rencontre et de lutte des eaux marines et des eaux fluviatiles. Les végétaux

(1) Linck, *Le Monde primitif, etc.*, p. 84-85.

neux et argileux, à mesure qu'on s'éloigne du centre arriver vers les montagnes des rivages, qui ont fourni les tières arénacées; et, au contraire, de plus en plus calc à mesure que l'on s'éloigne des rivages pour arriv centre.

Une autre remarque importante, c'est que la discor entre les couches superposées est beaucoup plus fréquente tous les dépôts de rivage; ainsi c'est au-dessous comme le sein, comme au-dessus de la houille, que cette discor des stratifications est plus fréquente; c'est encore dans le Or, cela devait être, car c'est vers les rivages des mers les courants sont plus nombreux et plus sujets aux varia dans leur direction, par tous les dérangements, les brise les érosions des falaises, par les atterrissements, par les sements, par les soulèvements lents ou brusques, et mêm les volcans qui sont souvent sur les bords des mers, et nous retrouvons, en effet, au sud de la mer celto-germani en Auvergne; au nord-ouest, du même bassin, dans les m tagnes du Bas-Rhin, depuis Coblentz, à Cologne, Franc Luxembourg, Cassel. Voilà donc les causes naturelles pr bles de la discordance des stratifications de tous ces para tandis que les couches jurassiques, plus avancées dans mer, ne devaient subir qu'une faible influence de toutes causes, bien qu'elles aient dû se déposer en même temps les précédentes; il en est de même à plus forte raison des ches de la craie, qui se déposaient tout-à-fait au centre de mer. Et, en effet, aucune des nombreuses assises jurassi n'a encore présenté de discordance de stratification ave autres; il n'y a pas davantage de discordance entre les as de la véritable craie. Les géologues à révolutions voient ces faits la preuve d'une longue période de tranquillité surface de l'Europe, pendant la formation des terrains ju siques et crétacés. Pour nous, nous y voyons tout simple ce que l'observation y montre, c'est-à-dire que les terr jurassiques et crétacés se formaient au centre d'une vaste et qu'ils n'étaient point troublés, dans leurs dépôts, par t les causes qui, vers les rivages, dérangeaient les cour soulevaient ou affaissaient les falaises, etc., et qui change

mment les dépôts sous-houillers, houillers, sur-houil-
. triasiques, etc., qui se formaient plus près des bords
grande mer.
endant vers la fin des dépôts jurassiques et crétacés, la
elto-germanique était comblée ; les polypiers du coralrag
t arrivés à fleur d'eau ; les soulèvements lents ou brus-
les côtes de l'Est, dont nous avons parlé ci-dessus, ou des
ements vers l'Ouest, resserrèrent de plus en plus les eaux
te mer et la partagèrent en deux grands golfes, dont l'un
bassin tertiaire de Paris, et l'autre le bassin tertiaire de
que et d'Angleterre, qui font tous deux suite à la mer de
Des fleuves qui coulent encore aujourd'hui sur ces ter-
tertiaires, tels que la Marne, la Seine, la Loire, qui vien-
lu sol jurassique et crétacé de l'Est et du Sud, ce qui en
me la plus grande élévation, commencèrent à y déposer
uches tertiaires.
Constant Prévost, le premier, a donné une description
vers terrains du bassin de Paris, qui se rattache étroite-
ux faits. La seconde formation lacustre ne se montre pas
ément au-dessus de la première formation marine ; le
e siliceux n'existe qu'au sud-est du bassin, et le calcaire
er paraît au contraire au nord. Le gypse avec ses marnes
oint partout supérieur au calcaire grossier ; car on voit
tmartre, par exemple, ses couches inférieures alterner
e calcaire. Voici la conséquence qu'il déduit de ces dispo-
s : au-dessus de la formation crétacée, il y a eu, comme
reconnaît généralement, un changement d'action dans ses
s. La craie se distingue des couches tertiaires d'une ma-
tranchée par ses caractères minéralogiques et par ses fos-
.... La craie forma donc le fond d'un bassin rempli d'eau
comme la mer Caspienne, qui, peut-être du côté du Nord,
t séparé de la mer que par une digue étroite. Dans ce lac
posa par places, et non partout, l'argile plastique qui ne
ent que du lignite et point d'autres corps organisés. Un
nt puissant d'eau douce fit irruption dans ce bassin par
erture où la Seine et la Marne y pénètrent ; il refoula les
marines en charriant avec lui des coquilles d'eau douce.
lors se formèrent en même temps et dans le même bassin

des dépôts d'une nature différente, absolument comme s'était fait dans la mer secondaire; dans le Nord, qui était vert d'eau marine, il se fit constamment des dépôts mari partout, au contraire, où pénétra l'eau fluviatile, il se fi dépôts d'eau douce. Vers la ligne intermédiaire ces dépôts rent alterner en changeant de nature, suivant que l'eau ou l'eau marine était prédominante; et c'est, en effet, c confirme l'observation des faits. Au nord du bassin, le cal grossier est la seule roche qui ait acquis de la puissance, à c'est, au contraire, la formation gypseuse avec ses marnes. est situé à peu près sur la ligne séparative; on n'y trouve lement aucune stratification régulière; ce ne sont que mélanges de coquilles marines et fluviatiles avec des dépô lignites et avec des coquilles d'eau douce qui s'observent fréquemment dans le calcaire grossier parisien proprement Cette explication peut servir de type pour celles qu'on tent de donner sur d'autres bassins géologiques; et l'on voit qu sont les mêmes principes qui nous ont guidé dans notre e cation du grand bassin secondaire celto-germanique.

Comme faisant partie du bassin de Paris, vers le midi, tabuzard, situé à une lieue à l'ouest d'Orléans, est l'un des p les plus curieux des formations tertiaires. Cette localité est cée à la naissance d'une grande plaine élevée, assez éloign toutes montagnes considérables, et formée de couches mar ses; on y trouve des os et dents du *mastodon tapyroïde* *palæotherium* et de *lophiodon*. Dans la Touraine, toujours bassin de la Loire, on a trouvé entre autres les os d'un g palæotherium. Plus loin, au S.-O., est le gisement d'Arge à un quart de lieue environ de la ville de ce nom, sur une line terminée par un plateau; on y rencontre des os de croc le, de palæotherium et d'anoplotherium. Au sud-ouest d' gentan, entre Bourges et Saint-Amand, sont deux pareils ments. Sur le territoire d'Avaray (Loir-et-Cher), dans une p à l'ouest d'Orléans, il y a un gisement de *mastodon angust* et de *dinotherium*, dans un sable grossier ferrugineux, rep sur un calcaire d'eau douce. Les os et les dents de lophi près de Ganat, département de l'Allier, sont aussi dans un caire de même origine. Si on examine une carte de France

trouvera que toutes ces localités sont dans une région presqu'également distante des frontières orientales et occidentales, à peu près sur une ligne qui court du Nord au Sud.

Dans le golfe nord de la mer celto-germanique, se déposèrent des terrains tertiaires analogues. En Angleterre, les environs de Londres et l'île de Wight présentent la craie surmontée d'une argile à potier, qui, par sa puissance et ses fossiles, paraît répondre à l'époque du calcaire grossier de Paris. Toute la succession des terrains tertiaires, quoique différente par ses caractères minéralogiques, ressemble pour ses fossiles marins, fluviatiles, terrestres, aux terrains tertiaires parisiens. Dès-lors, ne pourrait-on pas, sans crainte de trop s'écarter de la vérité, penser que les animaux terrestres ont été amenés par les eaux de la côte de France opposée.

La Belgique bornait au Nord ce continent que les chaînes de montagnes nous aident encore à reconnaître, et dans lequel nous avons signalé, tant auprès de Paris que dans d'autres localités, des lacs ou des golfes. Probablement à l'époque dont nous parlons, la Belgique était couverte par les eaux de la mer et ne formait avec l'ouest de l'Angleterre, dont les terrains tertiaires correspondent à ceux de Belgique, qu'un même golfe qui joignait à la mer du Nord.

Plus tard, ce golfe en refluant put donner naissance au Pas-de-Calais, qui unissait auparavant l'Angleterre au continent, pendant la période tertiaire. On trouve dans les fonds du bassin belge des os de cétacés, et, dans le Brabant méridional, un calcaire grossier contenant des ossements d'amphibies et de mammifères, et des coquilles marines dans les couches les plus superficielles. Le lignite du Bas-Rhin semble aussi ne pouvoir se rattacher à une autre époque. Plus loin, en remontant le Rhin, nous arrivons à un gisement intéressant d'os fossiles d'animaux perdus, qui est sur la rive gauche du fleuve, près d'Eppelsheim. Sur le côté nord-ouest du Bas-Rhin, qui s'étend depuis Bingen jusqu'à Bâle, on voit le terrain tertiaire surmonté par des lits d'un sable fin et ferrugineux, principalement dans le voisinage d'Alzey, dans les vallées de Weinhem, Flacheim, Eppelsheim. Dans les deux premiers endroits se montrent les caractères d'une formation fluvio-marine, et à

Eppelsheim, ceux d'une formation d'eau douce. Un gisement d'eau douce, si voisin de coquilles marines et de mammifères terrestres réunis, rend très-vraisemblable l'existence d'un grand golfe, qui s'avançait dans le continent que le promontoire anglo-parisien limitait, d'un autre côté, par la ligne du Pas-de-Calais.

Les animaux vivaient peut-être dans les marais avoisinant la mer; et la présence d'os fossiles à Eppelsheim, la différence qu'on y observe entre ce terrain et celui de Paris, peuvent nous conduire à supposer que ces ossements sont venus de la rive orientale qui est à l'opposite.

Si nous remontons au-delà de ce golfe, nous arrivons au Bastberg, l'un des promontoires des Vosges, derrière Buchsweiler, à huit lieues nord-ouest de Strasbourg. Il est formé d'un calcaire d'eau douce qui parfois atteint une puissance de soixante pieds; il contient des coquilles soit aquatiques, soit terrestres, en plus grande abondance à la partie supérieure qu'à la partie inférieure. Il en est de même des os fossiles qui sont aussi plus nombreux à la partie supérieure. Nous voilà déjà au milieu du continent du monde ancien. Nulle part on ne trouve de traces d'animaux marins; la Franconie et la Souabe n'ont présenté que des formations lacustres ou fluviatiles. Il en est de même de la rive droite du Rhin.

Le terrain marin s'étend d'un côté dans la Bavière et dans la Haute-Autriche, et d'un autre côté dans la Basse-Autriche et dans la Hongrie, sur les plaines de la Volhynie et de la Podolie. M. Boué a donné une bonne description du bassin de cette mer qui couvrit ces contrées, et l'on peut facilement vérifier l'exactitude de ce qu'il avance.

Le même observateur a aussi parfaitement délimité le vaste lac d'eau douce qui aurait autrefois couvert la Bohême.

Demi-bassin occidental de la France. — Ce demi-bassin paraît avoir été en communication avec la mer *celto-germanique*, par un détroit qui séparait le Limousin de la Vendée, et dans lequel se sont déposés les terrains jurassiques qui descendent de Poitiers à Angoulême. Il était borné au Nord par le sol primitif de la Vendée et le détroit du Poitou; du Nord-Est au Sud-Est par le sol primitif du Limousin, de l'Auvergne et de

la Guyenne Orientale jusqu'à la Gascogne; au Sud par les montagnes granitiques des Pyrénées.

Nous y trouvons la même disposition des terrains que dans la grande mer celto-germanique; mais ils sont moins nombreux.

Le terrain de transition ne s'y montre que sur les rivages formés par la chaîne des Pyrénées.

Le terrain houiller se trouve sur le rivage Est à Brives dans le Limousin, et plus bas à Carmeaux, près d'Alby; puis il y en a quelques indices vers Perpignan, sur le rivage méridional; on n'en connaît pas ailleurs dans ce bassin.

Le grès bigarré et les marnes irisées du trias existent autour de Brives, et au nord du département du Tarn; par conséquent, sur les rives Est-Sud du bassin.

Le terrain jurassique se rattache par le détroit du Poitou à celui de la grande mer celto-germanique, en descendant de La Rochelle par Angoulême, Périgueux, Cahors, jusqu'à Montauban; il forme une ceinture du Nord par l'Est vers le Sud, autour du bassin occidental que nous décrivons. Le lias domine surtout dans le Périgord, où il renferme de l'oxyde de manganèse; le groupe oxfordien se retrouve dans le Quercy; le groupe corallien se représente à la suite dans la Saintonge et le Quercy. Enfin, quelques lambeaux du calcaire jurassique se montrent dans les Pyrénées, au midi du bassin.

Le terrain crétacé fournit, à la base des Pyrénées, en allant vers le centre du bassin, le calcaire compacte avec les fossiles néocomiens; le dépôt wealdien des environs d'Orthez, dans les landes de Bellesta et de Saint-Giraux, dans l'Arriége. Le groupe inférieur crétacé domine, en général, tout le long des Pyrénées, sur les bords du bassin de la Garonne. Le calcaire à hippurites, radiolites, sphérulites, se rencontre dans plusieurs points de ce bassin, et particulièrement dans les Pyrénées, dans le groupe des Corbières; les mêmes genres de coquilles se retrouvent encore dans les terrains crétacés du Périgord, de la Saintonge et de l'Angoumois, dans la partie Nord du bassin.

Au-dessus des calcaires à hippurites des Corbières, et dans la même stratification, on trouve de puissants dépôts de calcaires presqu'entièrement formés de nummulites. Ces dépôts lient les terrains crétacés aux terrains tertiaires, car avec les

fossiles de la craie ils en renferment un grand nombre du terrain tertiaire parisien; tels sont des moules intérieurs de cérites, de natices, de turritelles, de bucardes, etc., coquilles qu'on regardait comme caractéristiques des terrains tertiaires, et qui sont la preuve évidente que les derniers terrains secondaires, où elles se trouvent, se sont formés dans les mêmes conditions que les terrains tertiaires qui leur font suite.

Les calcaires à nummulites se trouvent tout le long de la chaîne des Pyrénées, en stratification concordante avec les couches qui appartiennent évidemment au terrain crétacé supérieur; ils se prolongent jusqu'à Bayonne.

A la base de ces dépôts on trouve dans les Corbières et à la montagne Noire, des couches de marnes ou de calcaires, qui atteignent quelquefois jusqu'à 10 mètres de puissance, dans lesquelles on rencontre des coquilles fluviatiles, tantôt seules, tantôt mélangées avec des couches marines; ce qui prouve, avec certains dépôts de lignites, qu'il y avait çà et là des affluents d'eau douce au milieu des mers de cette époque.

Les dépôts crétacés supérieurs forment une bande légère sur la pente des Pyrénées; et comme d'autre part les dépôts crétacés de ces montagnes paraissent bouleversés par les roches d'origine ignée; qu'en outre le calcaire fétide ou zechstein s'y trouve à de très-grandes hauteurs, on est conduit à accepter qu'il y a eu dans les Pyrénées des soulèvements qui ont dû modifier le bassin de la Garonne.

Enfin, dans ce demi-bassin occidental se moutrent aussi les terrains tertiaires; ce sont au Nord, aux environs de Bordeaux, sur la rive droite de la Gironde, les calcaires grossiers marins parisiens. Plus à l'Est, jusqu'au pied des montagnes granitiques du Tarn, c'est le terrain de molasse, tantôt calcaire, comme dans l'Agenais, tantôt arénacé ou argilo-calcaire, comme aux environs de Toulouse et dans tout le Languedoc; enfin, à l'Ouest, sur toute la rive gauche du fleuve. C'est encore la molasse, qui prend dans les Landes les caractères des faluns de la Touraine, et qui se retrouvent tout le long des pentes septentrionales des Pyrénées.

Dans le département des Landes, vers l'océan Atlantique, il y a un terrain marin qui renferme des dents de poissons, avec

des restes de dauphin, de lamentin, de dugong et autres animaux de ce genre.

Plus loin, vers l'Est, dans le département du Gers, près de Simorre, et à Sansan, est la turquoise, ou plutôt les débris de mastodonte à dents étroites, et ceux de dinothérium ou de palæotherium. Les rhinocéros et les hippopotames fossiles semblent toujours se rencontrer aussi dans les couches superficielles.

« Tout l'espace circonscrit, dit M. C. Prévost, par les Pyrénées, la montagne Noire, le Quercy, le plateau central de l'Auvergne et du Limousin et le Haut-Poitou, sorte de vaste golfe largement ouvert vers l'Océan, entre Nantes et Bayonne, semble littéralement avoir été jonché de cadavres d'animaux terrestres et aquatiques de toutes classes et de toutes tailles, tels que des mastodontes, des rhinocéros, des dinothériums, des carnassiers, des ruminants et des rongeurs; des oiseaux, dont plusieurs plus petits que nos colibris; des reptiles, des poissons, des mollusques, des fruits divers, etc....

La plus grande partie de ces animaux habitaient des terres découvertes (mastodontes, rhinocéros, cerfs, antilopes, anoplothères, paléothères, etc.); les autres vivaient nécessairement dans les eaux douces (tortues, émydes, crocodiles, batraciens, lymnées, planorbes, etc.); d'autres non moins nombreux existaient dans la mer (lamentins, requins, huîtres, et plus de deux cents mollusques marins, etc.); quelquefois séparés dans les divers gisements, ils se trouvent plus souvent réunis et mêlés. Tout annonce donc déjà positivement, et sans contestation possible, que les divers lieux où se trouvent aujourd'hui les ossements fossiles étaient couverts d'eau douce dans beaucoup de points (Sud-Est du bassin, Agen, Auch, Toulouse, etc.), et d'eau salée du côté actuel de la mer (l'Armagnac, Vic-Fezensac, Manciet, Bordeaux, Dax, etc.). »

« Les matières minérales venaient-elles en grande partie des massifs pyrénéens dont elles sont les débris reconnaissables? Quelle forme et quelle étendue avaient les Pyrénées avant d'avoir perdu ces matières ?

Le golfe de Gascogne était-il séparé ou en communication avec la plage méditerranéenne où se voient maintenant Nar-

bonne, Beziers, Montpellier et le delta du Rhône, dont le sol présente des faits paléontologiques et géologiques jusqu'à un certain point analogues à ceux du bassin de la Garonne?

A cette époque la Méditerranée existait-elle? le détroit de Gibraltar était-il ouvert? Les eaux de la mer des Indes ne venaient-elles pas, ou sont-elles venues inonder plus tard les déserts du nord de l'Afrique et le midi de la France, entourant alors une grande île dont les Pyrénées, l'Espagne, l'Atlas, et peut-être l'Atlantide des anciens auraient fait partie?

La vallée d'Aure paraît la source commune des nombreux cours d'eau, comme le Gers, qui sillonnent du Sud au Nord tout le terrain qui fait suite au vaste plateau de Launemezac; c'est très probablement cette direction que suivaient aussi les courants fluviatiles à l'époque de la dispersion des animaux devenus fossiles (1). »

Ainsi, le demi-bassin occidental de la France nous présente donc, avec quelques détails différents, les mêmes faits généraux, que nous avons déjà observés dans la mer celto-germanique.

Bassin méridional de la France.—Le canal du Languedoc est creusé dans le point d'union du bassin occidental et du bassin méridional de la France. Ce dernier bassin, partie du grand bassin méditerranéen, verse des Alpes, du Jura, des Cévennes à la Méditerranée par le Rhône et ses affluents supérieurs et inférieurs. C'est assez dire qu'il est limité par ces diverses chaînes de montagnes, à l'Ouest, au Nord et à l'Est et par la Méditerranée au Midi.

Les montagnes primitives du Tarn, du Rouergue, de l'Auvergne, des Cévennes et du Lyonnais, forment les rives occidentales et septentrionales de ce bassin.

Les parties primitives et de transition des Alpes formaient probablement ses rives vers le Nord-Est. Et alors il aurait envoyé un bras de jonction avec la mer celto-germanique, par la vallée du Rhin et une partie de la Suisse, en sorte que toutes les hautes montagnes primitives du Lyonnais, des Cévennes, de l'Auvergne et du Limousin auraient formé le vaste plateau d'une

(1) Rapport de M. C. Prévost à M. le Ministre de l'Inst. *Mémoires de l'Acad. des sciences*, t. XX, 30 Juin 1845.

grande île primitive au milieu de la mer qui couvrait toutes les autres parties de la France, à l'exception de la Bretagne, de la Basse-Normandie et du Haut-Poitou, qui formaient une autre île.

Or, dans le bassin méridional de la France, nous retrouvons les mêmes dispositions de terrains que dans les deux bassins précédents, à part les modifications particulières dont nous parlerons.

Les terrains de transition se présentent en lambeaux dans la partie méridionale des Cévennes, dans l'Auvergne, dans les montagnes du Forez et du Beaujolais et dans les Alpes.

Les dépôts de houille apparaissent ensuite, toujours vers les anciens rivages : ainsi les petits dépôts du Vigan et des Vans, ceux de Saint-Gervais et de Ronjan, vers Lodève et Pézénas, ceux des environs de Rodez. Nous ne parlons pas des dépôts de houille du plateau primitif du Lyonnais, de l'Auvergne et du Limousin, lesquels furent très-probablement formés dans des lacs d'eau douce.

Les grès bigarrés et les marnes irisées du trias se présentent dans l'Aveyron, et le calcaire conchylien ou muschelkack se voit dans la partie moyenne du département du Var, depuis Brignoles ou Toulon jusqu'à Antibes. Les dépôts salifères et gypseux du trias se rencontrent également dans ce bassin.

Le terrain jurassique est beaucoup moins compliqué que dans les bassins précédents ; dans le Vivarais et la plus grande partie des Cévennes, le lias est remplacé par des calcaires à bélemnites ou des marnes qui déjà renferment des oolithes ferrugineuses et se lient par là au système oolithique. Le calcaire jurassique s'étend de Rodez par Mende, Milhaud, Montpellier, et de là remonte par Alais, Aubenas, Privas, d'où il semble rejoindre les lambeaux qui s'étendent de Beaune à Lyon. — Le groupe oxfordien domine dans cette bande.

Dans les Alpes, le terrain jurassique est fortement modifié par l'apparition des matières cristallines qui paraissent en avoir soulevé la masse de toutes parts. Au lieu de calcaires ternes, grisâtres ou jaunâtres, compactes ou terreux, on rencontre des marbres de toutes espèces, quelquefois des marbres blancs veinés. Les dépôts argileux ou arénacés sont des schistes divers,

des grauwackes comparables à ceux des terrains anciens, en quartzite, micaschite, etc., et les matières charbonneuses qu'ils renfermaient sont passées à l'état d'anthracite.

Le terrain crétacé domine par son groupe néocomien en Suisse, par le groupe supérieur de la craie dans la partie orientale du Haut-Dauphiné. Sur la pente orientale des Cévennes, de Montpellier à Privas, le long des montagnes du Dauphiné, jusque dans la Provence, c'est le groupe inférieur de la craie qui domine.

Les terrains tertiaires se relient à l'Ouest avec ceux du bassin de la Garonne, et remontent au Nord-Est dans la vallée du Rhône et en Suisse.

Près de Perpignan, Narbonne, Béziers, Montpellier, Bollène, Martigues et Antibes, on a signalé dans le terrain tertiaire, les couches suivantes, en allant de bas en haut : 1° sable blanc et jaune, contenant beaucoup d'os fossiles de mammifères terrestres (mastodonte et cerf), de cétacés (dauphin, baleine), de lamentin, de dugong, d'amphibies, de poissons, d'oiseaux et un peu de bois. Les mollusques y sont rares, excepté les huîtres et les balanes; les premières même y sont très-nombreuses; 2° marne calcaire jaune, peu épaisse, mêlée de quelques couches solides, contenant des coquilles fluviatiles, marines et même terrestres, en petit nombre; quelquefois ces bancs de marne alternent avec les couches qui suivent; 3° calcaire ordinairement employé comme pierre à bâtir, disposé par couches horizontales, puissantes et étendues. Les couches supérieures renferment une grande quantité de coquilles marines et terrestres, et de plus des restes de mammifères, de poissons, de crustacés, d'anélides et de zoophytes mêlés ensemble; fossiles qui leur sont communs avec les couches inférieures. Nous voyons qu'il y a ici une alternance ou plutôt un mélange des coquilles marines et terrestres, comme auprès de Paris. La mer est encore dans le voisinage de ces localités. Et la continuité des mêmes fossiles dans toute la profondeur des couches superposées, prouve une même cause continue. Les eaux des fleuves durent donc se confondre et lutter continuellement avec les flots de la mer.

En remontant vers le Dauphiné, nous trouvons dans la statistique minéralogique du département de la Drôme, par M. Sci-

pion Gras, d'excellents détails sur la série des terrains. Ces détails peuvent s'appliquer à tout le bassin meridionàl de la France ; nous allons les résumer.

Les collines granitiques bordent la grande route de Lyon, depuis Tain jusqu'à Saint-Vallier ; c'est l'extrémité de la grande formation primitive qui borde sur plusieurs points la rive droite du Rhône et s'étend de là bien avant dans le centre de la France. — A Saint-Vallier le terrain granitique s'abaisse subitement et disparaît sous des cailloux roulés et des sables, sa plus grande largeur est au plus de 2 à 3 kilomètres, et sa longueur de 16 environ.

Le terrain jurassique et le lias, qui lui est intimement lié, sont très-répandus dans le Dauphiné où leur ensemble atteint une épaisseur prodigieuse, évaluée à plusieurs milliers de mètres.

Il paraîtrait qu'au moins en plusieurs points, où il y a, entre le terrain jurassique et celui de la craie, stratification discordante, le jurassique était déposé avant l'autre et avait même subi des accidents. Mais ailleurs aussi la stratification concordante de ces deux terrains prouve que c'est uue formation continue (on peut même dire en grande partie simultanée).

Il en est de même sur plusieurs points du terrain tertiaire, il s'appuie à stratification concordante contre les roches crayeuses, dont il semble n'être qu'une continuation, de sorte que la séparation des roches tertiaires d'avec le terrain inférieur n'est point nette et tranchée.

Le terrain de la craie inférieure, dans la Drôme, se divise en trois formations distinctes.

La première, ou l'inférieure, est caractérisée par des marnes, des grès et de grandes assises de calcaire compacte, bleu-jaunâtre ; elle renferme beaucoup d'ammonites et de bélemnites, et constitue la plus grande partie du département; pendant longtemps on l'a regardée comme le terme de la série des roches jurassiques dans les Alpes, et aujourd'hui encore on n'est pas fixé sur sa classification.

La seconde est composée essentiellement d'un calcaire blanc à cassure fine et cristalline, associée dans quelques endroits à des masses de poudingues calcaires..... Tantôt ces assises sont horizontales et couronnent les montagnes ; tantôt elles s'ap-

puient contre leurs flancs avec une inclinaison inverse et toutes les marques de l'indépendance géologique.

La troisième, qui paraît identique avec les grès verts proprement dits, se distingue surtout par la prédominance des grès et des sables verdâtres, et par la présence des coquilles les plus caractéristiques de la craie chloritée. Elle repose indifféremment sur les deux autres formations, souvent sans leur être liée en aucune manière. Rare et morcelée dans l'intérieur des montagnes, elle ne se montre sur une grande étendue que dans la plaine, et se rapproche sous ce rapport des terrains tertiaires.

Dans les terrains tertiaires de la Drôme, on distingue quatre groupes.

1° *Le premier terrain d'eau douce* est complétement indépendant des autres roches tertiaires; son étendue est quelquefois si petite qu'on serait tenté de le considérer comme un accident géologique; souvent isolé et non-recouvert, il se trouve indifféremment dans la plaine ou dans le sein des montagnes, à des niveaux très-variables; il repose sur l'une quelconque des trois formations crétacées, en offrant avec elles, dans plusieurs cas, une liaison intime; lorsqu'il est bien développé, il présente deux assises distinctes, l'une de sable et de grès quartzeux, l'autre de marnes effervescentes alternant avec un calcaire blond, compacte.

La couche inférieure s'enfonce visiblement sous les marnes crayeuses de la montagne de Veaux; et les grès ferrugineux se fondent eux-mêmes dans le terrain de la craie, sans qu'on puisse trouver nulle part une ligne de séparation bien marquée. Ce terrain est partout intimement lié à la craie; preuve évidente d'une formation continue,

2° Le second groupe tertiaire est la molasse marine inférieure.

3° Le troisième est le terrain d'eau douce moyen.

4° Le quatrième est la molasse marine supérieure et le terrain d'eau douce supérieur.

Ainsi les terrains de transition et les secondaires inférieurs manquent dans cette série.

« Les époques les plus anciennes dont il reste des monu-

ments étendus dans la Drôme, dit M. Gras, sont celles du terrain jurassique et des premières formations de la craie. Ces terrains constituent maintenant des montagnes; mais lors de leur dépôt, le sol était loin d'avoir ni l'aspect, ni le relief qu'il a aujourd'hui. Le département en entier occupait le fond d'une mer vaste et profonde, qui entourait le plateau central de la France, et s'étendait de là sur une grande partie du globe. Les Alpes n'existaient pas encore, à l'exception de leurs sommités primitives, qui, dès cette époque, devaient s'élever au-dessus des eaux et les parsemer d'îles et d'écueils. Le lit de cette mer a été le théâtre de nombreux bouleversements, qui ont changé plusieurs fois la nature de ses dépôts : de là le passage du terrain jurassique à la formation crétacée marneuse; le remplacement de celle-ci par le calcaire cristallin; puis, enfin, la production *des grès verts*, si différents des formations précédentes. A chacune de ces époques de convulsions, le sol sous-marin s'est hérissé d'inégalités, et tout annonce que c'est alors qu'ont commencé à se former les sommités aujourd'hui les plus élevées de la Drôme. L'exhaussement successif des montagnes, pendant la période secondaire, est prouvé par un abaissement correspondant dans les couches de divers âges qui les constituent, abaissement qui est surtout sensible à partir des formations crétacées. Ainsi, nous avons cité plusieurs lieux où le calcaire cristallin s'appuie contre des massifs de craie marneuse, évidemment préexistants.

» L'infériorité de niveau des *grès verts*, par rapport aux formations précédentes, est encore plus marquée : ils ne se rencontrent point dans l'intérieur des montagnes, si ce n'est par lambeaux et au fond des grandes vallées de dislocation; dans la plaine, au contraire, ils sont très-étendus et atteignent une grande épaisseur. On remarque en outre que leur composition marneuse et sablonneuse les rapproche de la molasse, et forme une transition pour arriver aux terrains tertiaires. Ceux-ci ont commencé à la suite de nouveaux soulèvements qui, en mettant fin au dépôt des grès verts, ont achevé de faire sortir du sein des eaux tout le sol montagneux, et l'ont lié d'une manière continue au reste des Alpes. Dès ce moment, les principaux traits de la configuration physique de la Drôme

se sont trouvés définitivement arrêtés ; ce qui était plaine ou montagne n'a pas cessé de l'être depuis, et il n'y a eu plus tard que des modifications de détails. La période tertiaire est caractérisée par une suite alternative de dépôts marins et d'eau douce, qui ont couvert les parties plus basses du sol et les ont comblées presqu'en totalité. Pour expliquer cette succession remarquable observée dans un grand « nombre de lieux, quelques géologues n'ont pas cru nécessaire d'admettre plusieurs irruptions de la mer dans le même bassin. Suivant eux, des affluents d'eau douce, en mêlant, par intervalles, les produits qui leur étaient propres aux dépôts marins, ont pu produire l'alternance dont il s'agit, et, à l'appui de leur opinion, ils ont cité des gisements particuliers pour lesquels cette hypothèse était ce qu'il y avait de plus vraisemblable. » Et il faut convenir que, malgré l'opinion contraire et ingénieuse de l'auteur, l'inspection de la carte géologique de la Drôme, donnée par M. Gras lui-même, se montre très-favorable à l'explication des alternances par la théorie précédente. En effet, tous les terrains d'eau douce sont placés de telle façon, d'après cette carte, que l'on ne peut y reconnaître que des dépôts lacustres ou de rivages.

« Considérés sous le rapport minéralogique, continue l'auteur, les terrains tertiaires diffèrent beaucoup de ceux qui appartiennent à la période précédente. Plusieurs faits précédemment cités prouvent que les lignes de démarcation de ces terrains correspondent à des soulèvements qui ont exhaussé les montagnes environnantes. Mais ces convulsions ont été trop faibles pour changer, d'une manière notable, la configuration du pays; elles n'ont fait que lui donner un dernier degré de ressemblance avec son aspect actuel ; le contour des bassins s'est dessiné de plus en plus, et les montagnes ont achevé de prendre tout leur relief. Enfin, à la suite de l'une de ces secousses, qui paraît avoir été générale, puisqu'elle a affecté la molasse sur un grand nombre de points, et au moins suivant trois directions différentes, les eaux marines se sont retirées pour toujours. Dès-lors, ce qui se passe dans la plaine diffère à peine de ce que nous voyons encore dans beaucoup de localités. Une partie des terres sorties de la mer, étant privée d'écoulement, se change

en lacs tourbeux, où la végétation est souvent enfouie sous les bancs épais de sables, de marnes et de graviers. Ces matières, amenées par les eaux, comblent peu à peu les inégalités du sol et préparent son entière dessiccation. Vers la fin de cette époque, les courants, se rapprochant de plus en plus des torrents actuels, roulent principalement des sables et des cailloux, et recouvrent toute la plaine. » Un dernier ébranlement du sol précipite des torrents impétueux de toutes parts; ils inondent les bassins, y transportent d'énormes quartiers de roches, détruisent tout sur leur passage, creusent le sol, rompent les digues des anciens lacs, et tracent les lits des courants actuels, qui ont toujours été en diminuant depuis. « Telle est la succession des phénomènes géologiques dans la Drôme, succession si bien ménagée que toutes les fois que, dans leurs crues extraordinaires, les eaux se répandent au loin et mêlent leurs cailloux roulés aux alluvions anciennes, la chaîne des temps se trouve renouée; c'est comme si nous assistions aux dernières scènes de la période diluvienne (1). »

Il est donc évident que tous les terrains se sont succédé dans cette mer à mesure que ses eaux diminuaient.

Si nous poursuivons la suite de ce bassin en Suisse, nous trouvons entre les couches jurassiques des montagnes du Jura au Nord-Ouest, et les terrains de transition avec des lambeaux de sol jurassique des Alpes au Sud-Est, le terrain crétacé dans ses dépôts néocomiens longeant les Alpes; puis les terrains tertiaires d'eau douce se continuant du Dauphiné le long du Jura pour se développer vers le Nord-Est, mais la mer y a passé. On a supposé que l'affaissement qui aurait produit le relief des Alpes aurait pu aussi réunir le fond des lacs suisses au terrain marin d'Italie. Cette hypothèse n'est pas invraisemblable. Toujours est-il que la molasse tertiaire de la Suisse est un grès argilo-calcaire, analogue à ceux des bords du Rhône et de la Provence; il se lie à des poudingues nommés en Suisse *Nagelflues*.

Bassin de l'Adriatique ou italien. — Ce bassin fait suite au précédent dont il est séparé par la chaîne des Alpes, au Nord;

(1) *Statistique minéralogique du dép. de la Drôme*, par Scipion Gras.

il comprend le Piémont, la Lombardie et les États de Venis il se continue en Italie, où il est sillonné par les Apennins, jusqu'en Sicile.

Le terrain primitif et celui de transition forment ses ri alpines ; sur ces terrains reposent, au nord de la Lombardie, sol jurassique, et au nord du Piémont, le sol tertiaire ; en all vers les Apennins, on voit sortir de dessous le sol tertiaire, couches secondaires qu'on rapporte à la craie ; puis çà et là terrain tertiaire reparaît ; tout ce sol tertiaire appartient, com celui du Dauphiné, à ce qu'on a appelé *terrain subapennin.* L dépôts marins, qui constituent principalement les collines sub-apennines, étendues depuis Turin jusqu'à l'extrémité de l'Itali se composent principalement de matières sableuses, renfer-mant des couches de marnes plus ou moins calcarifères. Il s trouve une assez grande quantité de coquilles marines, dont moitié des espèces, au moins, sont identiques avec celles de Méditerranée.

D'après M. Boué (1), dans les Alpes, et en général dans zone méditerranéenne, dont nous venons de décrire la parti européenne, et qui paraît s'étendre en Afrique et en Asie, moins jusqu'au-delà du tropique du Cancer, le grès houill est extrêmement rare, la formation calcaire supérieure du so secondaire extraordinairement développée, et la formation aré-nacée inférieure l'est comparativement fort peu. D'abord, l points d'éruption porphyrique sont les seuls où il y ait du tri (Tyrol méridional, Provence), tel qu'on le trouve dans l'Eu-rope septentrionale; ailleurs il n'y en a vraiment que des re-présentants anomaux. Les deux dépôts littoraux du zechstein et surtout du lias disparaissent, et les systèmes jurassiques et crétacés acquièrent des puissances très-considérables, sans pré-senter la plupart de ces divisions du nord-ouest de l'Europe, ce qui est la preuve de moins de complication dans les causes de formation.

« Le contraste entre l'Europe alpine et méditerranéenne et le nord et nord-ouest de ce continent indique, pendant les épo-ques secondaires, récentes, des intensités très-différentes dans les

(1) *Guide du géologue*, t. I, p. 563 et suiv.

phénomènes géogéniques; ce qui s'explique aisément en comparant les hautes chaînes de l'Europe méridionale et leurs immenses bouleversements avec les chaînes du nord et du nord-ouest de ce continent. Il y a eu, dans le Midi, des éruptions immenses d'eaux minérales et des émanations gazeuses considérables; des mouvements répétés de bascule, et le soulèvement des masses à de grandes hauteurs y ont dû produire une quantité énorme de débris, tandis que, dans le reste de l'Europe, des dépôts infiniment plus petits étaient le produit de phénomènes beaucoup moins grands.

» Si ces considérations peuvent expliquer l'épaisseur des terrains secondaires supérieurs, l'absence des houillères et du sol secondaire inférieur indiquent qu'à l'époque de ces depôts, la place de la région méditerranéenne était occupée, en très-grande partie, par une mer profonde, et qu'il n'y avait des terres émergées ou des îles qu'à son pourtour et non dans son milieu, comme, par exemple, dans l'Estramadure, sur la ligne des Alpes, dans le Balkan, etc. Ainsi, il n'a pu s'y former des dépôts de végétaux terrestres, et s'il s'est déposé des couches pendant l'époque secondaire ancienne, elles sont enfouies à une grande profondeur ou ne ressortent que dans les points où la croûte terrestre a été fortement redressée. Une autre conséquence de la profondeur de cette antique mer Méditerranée, a été la production de masses fort épaisses et presque sans fossiles. Les coquillages littoraux n'ont pu exister que sur les bords dans les régions alpine, pyrénéenne, etc., et la plupart des pétrifications, reconnues ailleurs, sont pélagiques. »

Tout le monde est d'accord de terminer le sol secondaire par le *système crétacé*. Cela provient de ce que jusqu'ici c'est la seule formation qui se trouve, dans la plupart des pays examinés, en stratification transgressive ou discordante avec celle qui la suit. D'un autre côté, les nouvelles observations semblent tendre à remplir cette espèce de hiatus géologique.

Nous avons déjà vu, en effet, dans le Dauphiné, le terrain tertiaire intimement lié au système crétacé; et, d'autre part dans le midi de l'Italie, « les calcaires passent de l'un à l'autre par des nuances presque insensibles, depuis la craie inclusivement jusqu'aux sédiments qui se déposent et se consolident encore

maintenant; et, si dans une localité on voit des caractères et des superpositions qui semblent annoncer des périodes bien tranchées, dans une autre on trouve des transitions graduées. C'est ainsi que de Syracuse à Pachino par Noto, on voit les terrains tertiaires les plus modernes passer graduellement à la craie, transition que l'on retrouve encore au mont Saint-Calogero et au pied du mont Erix de Trapani.

« Cette liaison double du sol secondaire et tertiaire, dit F. Hoffmann, est un des faits les plus curieux dans la géologie de la Sicile, d'autant plus qu'il y a mélange des fossiles, à la limite des deux terrains, et que les coquillages du sol tertiaire présentent les caractères d'un dépôt très-récent (1). »

Des soulèvements de chaînes et par suite des débâcles, ont dans le nord, le nord-ouest et le sud-ouest de l'Europe, balayé et démoli les assises supérieures de la craie. Cela paraît positif; mais d'autres continents auront pu échapper à ces dévastations, et alors, comme dans le Midi et surtout en Sicile, les dépôts crétacés et tertiaires se trouvant en stratification concordante, leurs limites seront aussi difficiles à poser que celles entre le sol secondaire et le système carbonifère des Anglais. »

Tout nous amène donc à conclure que dans les bassins que nous venons d'étudier, les divers terrains se sont déposés d'une manière continue et simultanée pour un grand nombre; qu'en outre l'Europe occidentale et méridionale formait une grande mer parsemée d'un certain nombre d'îles primitives; que les dépôts sont beaucoup plus variés à mesure qu'on se rapproche des rivages continentaux ou du Nord, et beaucoup plus uniformes à mesure qu'on descend vers les plages profondes ou méridionales de cette mer primitive.

(1) C. Prévost, note sur les terr. nummulit. de la Sicile, *Bullet. de la Société géol. de France.*

LEÇON XXI.

BASSIN DE LA MER NOIRE, COMPRENANT LA TURQUIE D'EUROPE ET D'ASIE.

M. Boué nous a fait connaître ce bassin dans sa Turquie d'Europe. Il participe tout-à-fait aux caractères géologiques de la zone méditerranéenne, en n'offrant presque pas de terrains primaires (intermédiaires des auteurs), et aucune trace de terrain houiller et des autres dépôts secondaires entre ce dernier et le grès vert. De toutes les formations, les schistes cristallins, les terrains du système crétacé et le sol tertiaire occupent le plus de place en Turquie, et même ces deux derniers surpassent en étendue les schistes cristallins.

« Les schistes demi-cristallins et cristallins forment, en Turquie, la base sur laquelle on doit supposer que se sont déposés les sédiments crétacés. La Turquie reproduirait donc l'anomalie des Alpes, où on n'a pu reconnaître jusqu'ici, en fait de roches jurassiques, que des équivalents douteux du lias et des lambeaux peut-être parallèles à quelques assises inférieures. Tout le reste du calcaire et du grès des Alpes avec ses divers horizons coquilliers ne serait il donc réellement que ce qu'on retrouve en Turquie, et M. Keferstein aurait-il eu raison, dès 1824, de rejeter le calcaire secondaire des Alpes dans la craie? C'est donc peut-être en vain qu'on s'efforce de distinguer, dans les Alpes comme en Turquie, plusieurs terrains, tandis qu'on n'a affaire qu'au protée de la craie méditerranéenne... Entre les schistes cristallins des Alpes centrales de la Carinthie et de la Styrie et les roches semblables de la Macédoine et du Rhodope, la formation crétacée paraît avoir comblé un énorme détroit de mer, qui ne semble guère avoir eu d'îles anciennes (1). »

(1) A. Boué, *Turquie d'Europe*, t. I, p. 281.

Le calcaire tertiaire du bassin de Radomir est compacte, gris-bleuâtre, à polypiers, encrines, huîtres, piquants d'oursins, bivalves et univalves.

Des faits prouvent que des granits ont été soulevés et infiltrés dans les roches calcaires et schisteuses, et que beaucoup de dépôts neptuniens ont été transformés en schistes cristallins.

Les dépôts trachytiques bordent ou percent cet immense golfe tertiaire, qui occupait une si grande portion de l'Asie mineure; car, à cette époque, la mer Noire s'étendait jusqu'au pied du Taurus, comme le prouvent les coquilles fossiles tertiaires de Caramau, qu'Olivier compare à celles de Grignon. D'ailleurs, il n'y a qu'à étudier le relief de ce pays, sa potamographie et ses routes sur les cartes, pour s'apercevoir, comme l'a dit M. de Hanslab, que les bassins actuels de toutes les rivières débouchant dans la mer Noire, depuis le Sakaria au Jeschil-Ermak, formèrent le fond d'une mer tertiaire, dans laquelle les terrains anciens sur la mer Noire, entre Erekli et Bafra, constituèrent une île. Plus tard, cette mer s'est partagée en plusieurs lacs; de là vient que le sol tertiaire de l'Asie mineure n'a pas seulement des collines de molasse, d'argile et de sables à coquillages marins, mais encore des lacs salés et beaucoup de dépôts d'eau douce. Il est même possible que la vallée tertiaire supérieure de l'Euphrate, jusqu'au Taurus, n'ait encore été qu'un golfe tertiaire, dépendant de la mer Noire, et que plus tard une crevasse du Taurus ait donné à ses eaux un autre écoulement (1).

« En suivant sur la carte les dépôts plutoniques de la Turquie, on voit qu'ils ont été vomis, les anciens comme les modernes, surtout sur des lignes N.-S. ou N. N.-O. S. S.-E. Ceci indique que l'action ignée ne s'est guère déplacée pendant un laps énorme de temps, mais qu'elle a seulement modifié ses produits rejetés. On peut poursuivre ces traînées de crevasses remplies de matière ignée qui, çà et là, a débordé soit dans la Grèce, l'Archipel et l'Asie mineure, soit en Hongrie, dans le Bannat, la Transylvanie, l'Illyrie et la Styrie. Néanmoins, dans

(1) A. Boué, *Turquie d'Europe*, t. I, p. 361, 362.

ce dernier pays et en Asie, le basalte se montre en grandes masses, ce qui contraste avec l'absence de cette roche en Turquie. Cette dernière est remplacée par beaucoup de porphyre pyroxénique, produit inconnu, au moins en Hongrie et en Styrie, et ne se retrouvant qu'en Tyrol et dans les États Vénitiens ; enfin, dans l'Asie mineure, il y a de véritables volcans éteints depuis les temps historiques, ou du moins, depuis des époques géologiques extrêmement récentes (1). »

« On peut donc s'imaginer, à la place de la Turquie d'Europe, un archipel de 5 à 7 îles, dont la situation serait encore indiquée par les schistes cristallins, tandis que les détroits qui les séparaient sont remplis, en grande partie, de terrains crétacés ou récents. L'île macédonienne aurait été la plus grande ; celle du Haut-Balkan aurait été démantelée et aurait peut-être éprouvé quelques affaissements à l'E. comme celle du Rhodope au S. »

« A la fin des dépôts schisteux, la Turquie aurait eu en gros un relief assez voisin de celui qu'elle a à présent ; ce relief aurait été modifié et complété par les mouvements du sol d'Italie, qui auraient donné lieu à une partie de la cavité de l'Adriatique ; plus tard encore les dépôts crétacés du Balkan auraient été émergés. Les bassins tertiaires et d'alluvions de la Turquie actuelle auraient presque tous existé après cet événement, mais leurs formes auraient été modifiées par des éruptions subséquentes de trachyte et de porphyre pyroxénique. »

« Enfin, les lacs d'eau douce qui avaient succédé, çà et là, dans la Thrace, la Macédoine, la Thessalie, la Haute-Albanie, la Mœsie, etc., aux baies tertiaires, se seront écoulés, et ces contrées auront pris tout-à-fait leur aspect présent, et les grandes rivières auront suivi leur cours actuel. »

Quelques lacs seront restés, surtout dans la Turquie occidentale et orientale ; or, tous indiquent par leurs alentours qu'ils avaient jadis un niveau beaucoup plus élevé. Ceux sur le Danube ne sont que des preuves des changements dans le lit de ce fleuve, ou des débouchés de ses affluents. Depuis les temps historiques, des marécages se sont desséchés comme sur le Strimon et le Maritza, des rivières ont modifié leurs lits, et

(1) A. Boué, Turquie d'Europe, p. 371.

des tremblements de terre se sont fait sentir, en ayant été rarement aussi désastreux qu'en Syrie et dans l'Asie mineure. Du temps d'Antigone, roi de Macédoine, le promontoire de Méthane a éprouvé, dit-on, un exhaussement. Sous Justinien, en 551, le golfe de Corinthe et la Syrie souffrirent beaucoup de secousses semblables, qui se sont continuées jusqu'à présent.

Le bassin de la mer Caspienne et de la mer d'Aral, se lie à celui de la mer Noire, d'une manière très-remarquable; en sorte que ces mers n'auraient formé autrefois qu'une grande mer, bornée à l'Est par la chaîne des monts Ourals, se repliant vers le Sud-Est pour venir rejoindre les montagnes de l'Asie centrale; celles-ci entouraient cette mer du Sud-Est au Sud-Ouest et venaient rejoindre le Caucase. Cette mer s'étendait donc sur le Turkestan, une partie de la grande Boukarie, le pays des Turkomans, toute la Russie d'Europe, et venait très-probablement joindre la mer Blanche, ainsi que le disent les traditions antiques. Car c'est une chose bien singulière que les études géologiques de ces pays viennent confirmer les traditions des peuples anciens.

A partir du Sud-Ouest de la Russie, remontant au Nord jusqu'à Arkangel, pour redescendre par l'Est le long de la chaîne des Ourals, c'est une immense ceinture de terrain primaire (de transition des auteurs). De Saint-Pétersbourg à Moskou, qui se trouvent dans la partie Sud-Ouest de cette ceinture, Pallas avait trouvé des calcaires schisteux et des argiles, avec quelques traces de houille; dans ces calcaires et ces argiles se trouvaient un grand nombre de madrépores, de coquillages, de pyrites et de bois pétrifiés.

En allant vers Vladimir et traversant la Russie, il rencontra les calcaires schisteux grisâtres remplis de madrépores, et des argiles, plus loin des montagnes gypseuses, des sources calcaires et sulfureuses, des dépôts de sel gemme. Toutes circonstances qui nous indiquent les assises inférieures des terrains secondaires qui occupent le centre de la Russie; tandis qu'au Midi en allant vers la mer Noire et la mer Caspienne, nous allons trouver les terrains tertiaires, lesquels s'étendent dans le pays des Turkomans, dans le Turkestan et la grande Boukarie.

L'élévation subite du terrain entre le Don et le Volga, les

pentes en sable qui terminent vers le steppe le haut pays, les baies de ce pays, au nombre de soixante-et-une, ayant toutes un nom, les promontoires en même nombre, et plus encore la nature saline de la Lande, qui est constituée de glaise et chargée de coquillages dans sa superficie; tous ces objets réunis, dit Pallas, fournissent une vaste carrière aux conjectures des géographes sur l'ancien état des steppes du Kouman, du pays des Kalmoucks et de l'Iaik. — Ces landes ont dans tous leurs rapports une ressemblance parfaite entre elles. Tout cela, dis-je, ne porte-t-il pas à se faire de fortes idées sur l'ancienne extension de la mer Caspienne et sur la communication qu'elle peut avoir eue avec la mer Noire?

Ces idées et ces conjectures s'accordent parfaitement avec celles de Tournefort (1). Ce que ce savant nous dit, relativement à la séparation de la mer Noire d'avec la Méditerranée, l'accroissement des eaux de la première au-dessus du niveau de la seconde, et sur l'épanchement de ces eaux dans la Méditerranée, sans doute, lors du déluge de Deucalion, n'est pas à beaucoup près dépourvu de fondement.

Cette multitude de coquillages dispersés sur tous les steppes de l'Iaik, du pays des Kalmoucks et du Volga, et qui sont absolument les mêmes qu'on trouve dans la mer Caspienne, sans avoir cependant la moindre ressemblance avec ceux des deux fleuves; cette uniformité de terrain dans les steppes, qui, à l'exception des endroits couverts de sable mouvant, n'est partout qu'un sable lié avec le limon de la mer, ou bien une glaise jaune, sans le moindre gazon, ou la moindre couche de minerai, jusqu'à un lit d'argile qui perce à une certaine profondeur, la nature saline du sol qui provient en plus grande partie d'un sel marin, et qui est générale; ces innombrables fonds et lacs salins, la coupe et la forme de ces immenses déserts; tous ces objets, enfin, sont des témoignages incontestables, que cette étendue de pays a été autrefois couverte par la mer Caspienne.... »

« Il est tout aussi évident que le haut pays situé le long de la Sarpa, entre le Don et le Volga, ainsi que les montagnes de l'Obtschei-Sirt qui s'étendent entre ce dernier fleuve

(1) *Relation d'un voyage au Levant*, t. I, p. 80; t. II, p. 63, 64 et suiv.

et l'Iaik, formaient anciennement les rivages de la vaste mer Hyrcanienne.... »

« L'on me demandera par quelle convulsion de la nature, cette mer a-t-elle perdu une assez grande quantité d'eau pour laisser à sec les vastes déserts qui s'étendent depuis le Don jusqu'à l'Iaik, et depuis l'Iaik jusqu'au lac Aral, ainsi que celui situé derrière ce même lac, vers les monts Ouralks, qui sont une branche méridionale des montagnes Mogouldhiennes, tandis que ces landes désertes, quoiqu'elles forment plaine, sont à quinze toises de suréminence au-dessus du niveau de la mer. En admettant la supposition très-vraisemblable de Tournefort, que les montagnes du bosphore de Thrace ne formaient anciennement qu'une seule masse et une digue qui séparait la mer Noire de la Méditerranée, de manière que la première, grossie par de gros fleuves, tels que le Danube, le Dniester, le Dnieper, le Don et le Kouban, formait, au milieu des terres, un lac immense, mais en même temps resserré et beaucoup plus élevé que la mer Méditerranée et l'Océan. Cette puissante digue ayant été rompue, soit par l'action insensible mais continue des eaux, soit par un tremblement de terre, la mer Noire s'épancha avec impétuosité dans la Méditerranée, pour se mettre à son niveau. La première chute de cet énorme torrent a causé ces inondations qui, selon les plus anciens monuments de l'histoire, engloutirent une partie de la Grèce et des îles de l'Archipel. Voilà, je crois, une explication assez claire et assez satisfaisante de la diminution de la mer Caspienne, et les traces évidentes de son ancienne hauteur viennent encore à l'appui de l'opinion de Tournefort. C'est en petits rochers brisés que se termine le haut pays qui aboutit à l'extrémité de la plaine basse et saline qui borde la Sarpa. Il s'en éloigne ensuite de plus en plus, jusqu'à l'embouchure du Manytsch, dans le Don inférieur ; cette petite rivière prend sa source à cent quatre-vingts verstes de celle de la Sarpa, dans une plaine basse qui s'étend à plus de vingt verstes en largeur. Son terrain est très-salin et humide ; on y rencontre quelques petits étangs de sel marin. Le Manytsch dirige sa course à l'Ouest, à travers une vaste fondrière. Il parcourt ensuite cent verstes de pays, dans une plaine immense et aride, qu'on dit aller jusqu'au Don et

s'étendre jusque dans les steppes de la Crimée. Il forme, à quelque distance de sa source, deux lacs de sel marin. Le haut pays qui sépare la Sarpa et le Manytsch vers leurs sources, présente, à l'Ouest, des angles de terrain constitués de sable, et à l'Est un steppe uni qui est entrecoupé, mais seulement dans son principe, par quelques éminences qui partent du haut pays et par plusieurs mares d'eau stagnante. Ce steppe qui forme plaine, se prolonge au-delà du Manytsch vers une hauteur qui le sépare du Kouman ; il va aboutir ensuite à la source de cette rivière qui est au pied du Caucase. Ce steppe qui est à l'Est, et qui prouve, par de nombreuses traces, que la mer Caspienne couvrait anciennement son sol, a donc, dans les contrées basses, une pleine communication avec ceux de la Crimée et les autres landes qui bordent cette mer. Ces steppes ont, en général, une même conformité et sont en plus grande partie tout aussi salins les uns que les autres. La mer Noire était de plusieurs toises plus haute qu'elle ne l'est aujourd'hui, avant son débordement dans la Méditerranée par le canal de Constantinople. Elle recevait, sans doute, dans ces temps reculés, les eaux abondantes des fleuves qui y prenaient leur décharge, après avoir parcouru des contrées qui sont encore désertes, aqueuses et garnies de forêts. Il s'ensuivrait donc, de cette ancienne suréminence, que les steppes de la Crimée, du Kouman, du Volga, de l'Iaik, et le plateau de la grande Tartarie, jusqu'au lac Aral inclusivement, ne formaient qu'une mer qui, au moyen d'un petit canal peu profond, dont le Manytsch nous offre encore des traces, arrosait la pointe septentrionale du Caucase, et avait deux golfes énormes, l'un dans la mer Caspienne et l'autre dans la mer Noire. »

« Aussitôt que la mer Noire trouva moyen de s'épancher dans la Méditerranée par la Propontide, la première baisse de ses eaux convertit la plus grande partie de ses bords bas et unis, en steppes salins. La mer Caspienne, qui ne tenait à la mer Noire que par un détroit peu profond, s'en trouva bientôt détachée, parce que les eaux de cette dernière baissèrent au-dessous du niveau que formait le lit de ce détroit. Depuis cette commotion, la mer Caspienne ne fut plus qu'un lac isolé dans les terres. Et comme elle ne recevait pas des fleuves aussi con-

sidérables ni en aussi grand nombre que la mer Noire qui, elle-même, ne lui fournissait plus, l'évaporation et la retraite des eaux laissèrent encore à découvert un grand espace de terrain, le long des côtes basses. Conséquemment, cette mer se trouva resserrée dans des bornes encore plus étroites. C'est sans doute dans le même temps que cessa la communication avec le lac Aral. Les anciens bancs de sable se convertirent en un sable mouvant, qui s'amoncela et forma des éminences telles qu'on en voit dans les déserts de Naryn et vers le Volga. Les anciennes îles qui existent sur le lit desséché de cette mer se présentent comme de petites montagnes ; on peut mettre de ce nombre celles d'Inderki et quelques autres. Après que les eaux se furent retirées des places qui formaient plaine, il resta des fonds dont certains conservèrent leurs eaux, et formèrent ou des lacs, ou des fondrières salines, qui existent encore en très-grand nombre dans toute la vaste étendue du steppe. »

« Je trouve un passage assez curieux dans les extraits que M. Stritfer nous a donnés des historiens de Byzance. Il porterait à croire que l'enfoncement situé nord au pied du Caucase, et dans lequel il me paraît que ces deux mers avaient leur jonction, n'était pas entièrement desséché dans le quatrième ou cinquième siècle de l'ère chrétienne. Priskus ayant été à la suite de l'ambassade que Théodose II, empereur d'Orient, envoyait l'an 449 à Attila, roi des Huns, dit qu'un ambassadeur de l'empereur d'Occident qu'ils rencontrèrent par hasard, lui apprit quel était le chemin que prenaient les Scythes et les Huns pour faire leurs incursions en Perse. Voici ses propres mots : « Après avoir parcouru une contrée déserte, ils traver- » saient un marais (1). Ils n'avaient ensuite plus qu'une mon- » tagne à passer pour arriver en Médie. Il ne leur fallait que » cinq jours pour cela. »

« L'on pourrait peut-être regarder l'ancien lit de l'Orons, dont on nous parle, et qui existe, dit-on, entre la mer Caspienne et le lac Aral, comme une trace pareille de la retraite ou reflux des eaux (2). »

(1) C'est sans doute ce marais que les Romains ont confondu avec les Mœotis.

(2) *Voyages de Pallas*, traduits par M. Gauthier de la Peyronie, Paris, 1793. T. v, p. 186 à 215.

Pallas ajoute beaucoup d'autres détails à l'appui de sa thèse sur l'ancienne étendue de la mer Hyrcanienne, dont la mer Noire, la mer Caspienne et le lac Aral ne sont que des restes.

D'après un mémoire de Delisle, inséré dans les mémoires de l'Académie des sciences, 1721, Ptolomée donne à la mer Caspienne, d'Occident en Orient, une étendue de 23 degrés et demi, le quadruple de ce qu'elle a aujourd'hui. Du Septentrion au Midi, depuis le Volga jusqu'à la côte de Perse, Ptolomée donne une étendue de 6 degrés juste, ce qui ne s'éloigne pas de l'étendue actuelle. En 1320, Abulfeda, prince arabe, diminue de 10 degrés l'énorme étendue que Ptolomée avait donnée à cette mer d'Orient en Occident.

D'après la carte de Sa Majesté Czarienne, dont Delisle rend compte, ont voit que les deux côtes opposées s'approchent tellement vis-à-vis le port d'Abcharon, que la mer n'a en cet endroit que 30 lieues de largeur de l'Est à l'Ouest, où Struys en met 70, Abulfeda 220, et Ptolomée 340; or, Ptolomée vivait au second siècle de notre ère.

Au lieu de voir, avec Delisle, des erreurs dans ces différences, ne faut-il pas y reconnaître un état de choses en rapport avec les observations de Pallas, qui nous ont prouvé la diminution de la mer Caspienne ? Et dès-lors, au second siècle de notre ère, quand Ptolomée donna ses mesures, la mer d'Aral pouvait encore faire partie de la mer Caspienne; celle-ci s'étendait aussi à l'Ouest et contenait encore les marais qui s'en détachèrent un peu plus tard, et que les Scythes et les Huns traversaient au cinquième siècle; au quatorzième siècle cette étendue était déjà beaucoup diminuée, et cette diminution a continué jusqu'à présent, surtout de l'Est à l'Ouest vis-à-vis le port d'Abcharon, où la mer Caspienne n'avait que 30 lieues de largeur au siècle dernier; et peut-être plus tard verra-t-on cette largeur diminuer encore, et la mer Caspienne divisée en deux nouveaux lacs, l'un au Nord, et l'autre au Midi.

Quoi qu'il en soit, il paraît extrêmement probable, sinon démontré, que dans des temps très-peu éloignés et historiques, la mer d'Aral, la mer Caspienne, la mer Noire, la mer d'Azof ne formaient qu'une seule mer; que cette mer couvrait tout

le bassin du Danube, celui du Dnieper, le midi de la Russie, la Crimée, le bassin compris entre le Don et le Volga, celui entre le Volga et l'Oural, le Turkestan, le pays des Turkomans, jusqu'à la grande Boukarie et aux montagnes qui bornent la Perse au Nord.

Il n'est pas aussi certain que cette vaste mer ait joint, au Nord, la mer Blanche et la mer Baltique. Cependant il n'y aurait rien d'étrange à regarder la Russie comme ayant fait le fond d'une mer secondaire bornée à l'Est par les monts Ourals, et dont la mer Hyrcanienne aurait été la partie méridionale. Le soulèvement des montagnes du centre de la Russie, et qui la traversent des monts Ourals à l'Ouest, aurait pu coïncider avec la mise à sec de cette grande portion de mer; et il ne serait plus demeuré que la mer Hyrcanienne, dont la mer Noire, la mer d'Azof, la mer Caspienne, la mer d'Aral, sont les restes.

A l'orient des monts Ourals nous entrons dans la Sibérie ou Russie d'Asie, laquelle s'étend jusqu'au détroit de Béhring, et se continuait avant la formation de ce détroit avec l'Amérique du Nord. Or, dans toute la Sibérie ou Russie d'Asie, suivant la carte géologique de M. Boué, nous ne trouvons qu'un immense continent environné de toutes parts par des chaînes granitiques sur lesquelles s'appuient des schistes cristallins, et des terrains de transition; mais ce qui domine, ce sont les granits et les schistes cristallins. Les terrains secondaires et tertiaires manquent à peu près complétement. Mais le sol primitif et de transition est recouvert de ces immenses alluvions modernes, dans lesquelles on a rencontré tant d'ossements d'animaux terrestres.

Toute l'Amérique du Nord, dans sa partie occidentale, n'offre également, d'après la même carte, qu'un immense sol granitique et cristallin.

L'Asie nous présente les immenses chaînes granitiques et leurs vastes plateaux, depuis les monts Altaïs jusqu'à la Mandchourie, et en revenant de la Mandchourie, par le Midi, jusqu'aux monts Hymalaya. Seulement, au centre de cet immense plateau granitique ou schisteux cristallin, le grand désert de Gobi est constitué par des dépôts tertiaires.

Cette grande partie de l'Asie, comprenant l'empire chinois et l'Indoustan, ne présente de terrain secondaire et d'autres terrains tertiaires que dans les parties méridionales, peu éloignées du grand Océan et de la mer des Indes, si ce n'est dans les montagnes du Thibet et sur la pente méridionale des Hymâlayas.

Le sol de la Perse centrale, au contraire, ainsi que celui de l'Arabie, sont du terrain tertiaire avec du terrain secondaire dans le Nord et dans le Midi. Mais le long de la mer des Indes et de la mer Rouge, le sol de l'Arabie paraît être de granits et de schistes cristallins.

En Afrique, l'Égypte, le long de la mer Rouge, la Nubie, l'Abyssinie et toute la partie sud de l'Afrique semblent aussi appartenir aux granits et aux schistes cristallins; le milieu de l'Afrique serait du terrain tertiaire, laissant percer par lambeaux le terrain secondaire, et le Nord, depuis l'Égypte jusqu'à l'océan Atlantique, serait du terrain secondaire et tertiaire méditerranéens.

Comme on le voit par cette rapide analyse, les documents d'une observation détaillée nous manquent pour asseoir d'une manière rigoureuse la comparaison des divers bassins géologiques du globe. Mais s'il est permis d'essayer une prévision tirée du petit nombre de faits qui nous sont connus, et que toutes les apparences nous disent devoir être une mesure convenable, voici, nous semble-t-il, les conséquences auxquelles nous arrivons. 1° L'Europe occidentale et méridionale paraissent être les contrées où les unités géologiques, autrement dits les terrains, sont les plus nombreuses et les plus compliquées, ce qui nous conduit déjà à les considérer comme ayant été des plus anciennement sous les eaux, et des dernières émergées.

2° Comme résumé de toute l'analyse précédente, nous arriverions à l'état suivant du globe dans les premiers temps. Le nord de l'Afrique, une partie de l'Espagne, la France, l'Angleterre, la Belgique, l'Allemagne, la Hollande, l'Autriche, l'Italie, la Prusse, la Russie, le Turkestan, semblent une ou deux immenses mers, qui avaient pour rivages les monts Ourals au Nord-Est, venant rejoindre par les monts Algydims la chaîne

des Altaïs; ceux-ci se repliant au Sud et se continuant dans toute l'Asie centrale. Puis de l'Asie centrale les montagnes septentrionales du Kaboul et de la Perse, courant au Sud-Ouest vers les parties méridionales du Caucase; venant rejoindre les chaînes du Taurus et de la Turquie d'Asie (ancienne Asie mineure); de là parcourant toujours à l'Ouest la Turquie d'Europe, venant rejoindre les Karpathes, et enfin les Alpes. En suivant sur une carte géologique, on voit en effet que tout le parcours que nous indiquons ne forme qu'une longue ligne sinueuse à peu près partout granitique ou de schistes cristallins.

Cet immense rivage pouvait être coupé, çà et là, par des détroits; mais ces chaînes offraient des plateaux plus ou moins vastes.

En outre, les monts Atlas formaient, en Afrique, une île; le centre de l'Espagne en formait une autre; peut-être ces deux îles étaient-elles unies à la vaste île Atlantide que les traditions grecques et égyptiennes nous annoncent avoir été engloutie de mémoire d'homme. Toutes les conjectures les plus vraisemblables s'accordent, en effet, à placer cette île fameuse dans l'océan Atlantique, à l'Ouest de la nord Afrique et des Espagnes. Et en supposant avec Buffon et plusieurs autres géologues, que les îles Canaries et les Açores nous donnent la trace qui unissait l'Atlantide à l'Amérique, nous arriverions dans le vaste continent de l'Amérique du Nord, qui communiquait d'autre part avec la Russie d'Asie, et par elle avec l'Asie centrale. Dès-lors on pourrait peut-être aussi considérer la partie ouest de la Méditerranée entre la France, l'Espagne et l'Afrique, comme ayant formé une autre grande île, dont les Pyrénées seraient un reste.

Le centre de la France comprenant le Limousin, l'Auvergne, le Lyonnais, une partie de la Provence, étaient une autre grande île, peut-être même une presqu'île, unie par les Alpes à la grande chaîne qui nous mène par les Karpathes, les montagnes de la Turquie d'Europe et d'Asie, jusqu'aux plateaux de l'Asie centrale.

Les Vosges granitiques, les Ardennes cristallines, la Basse-Allemagne, aussi cristalline ou de transition, pouvaient former

une ou plusieurs îles, mais qui ne tardèrent pas à n'en former qu'une, comme l'indiquent leur sol et leurs volcans éteints; cette grande île comprit alors les Vosges, les Ardennes, toute la Basse-Allemagne, et depuis la Forêt-Noire jusqu'au Harz; puis s'étendant à l'est pour venir un peu plus tard joindre les terrains primitifs qui devaient les unir aux monts Karpathes et ne faire qu'une grande presqu'île de toute cette étendue.

Le Haut-Poitou et la Bretagne avec la Basse-Normandie étaient une autre île. Le sud et l'ouest de l'Angleterre avaient aussi probablement quelques îles cristallines et granitiques. Les îles granitiques qui encore aujourd'hui marchent des côtes de Bretagne et de la Basse-Normandie vers les terrains granitiques de la pointe sud-ouest de l'Angleterre, pourraient faire supposer qu'à la place de la Manche, existait alors un continent, qui aurait été uni à la Bretagne. En marchant au Nord, nous trouvons les terrains primitifs de la Norwége, de la Suède, de la Finlande et de la Laponie qui formaient une île primitive, laquelle encore ne tarda pas à devenir une presqu'île, par les terrains de transition de la Russie, qui l'unirent aux monts Ourals et par eux au continent asiatique.

Ce continent asiatique à son tour fut en grande partie émergé dès l'origine, comme cela suit de notre analyse et de l'inspection de la carte géologique.

Enfin la sud Arabie et la sud Afrique furent aussi un continent primitif.

Dès-lors on comprend comment dès le principe l'Asie centrale put être habitée, en ouvrant de vastes portes à l'Ouest, au Nord et à l'Est que les animaux terrestres purent suivre d'abord, et l'espèce humaine ensuite. Et ainsi auraient été peuplées d'abord toute l'Asie centrale, l'Asie septentrionale, l'Amérique nord, par elle l'Atlantide et ses dépendances, les monts Atlas, l'Espagne, la Bretagne et peut-être le sud-ouest de l'Angleterre avec le sol qui est aujourd'hui la Manche en partie.

D'autre part, partant encore de l'Asie centrale, par la Turquie d'Asie, la Turquie d'Europe, les Karpathes et les Alpes, les habitants, animaux, seraient arrivés sur le plateau central de la France, puis un peu plus tard sur le plateau de la Basse-Allemagne, des Vosges et des Ardennes; et à peu près dans le

même temps, les migrations seraient parties des monts Ourals pour arriver en Laponie, en Suède et en Norwége.

Cependant les terrains secondaires se déposaient, ils comblaient les mers; quelques soulèvements ou quelques affaissements eurent lieu çà et là; les îles et les continents s'agrandirent : le grande mer primitive fut partagée en plusieurs grands golfes.

D'abord le mouvement général des eaux du pôle Nord vers l'équateur, la prédominance des terrains primaires et secondaires inférieurs, l'absence des terrains secondaires supérieurs et des terrains tertiaires, la chaîne de montagnes secondaires assez peu élevées qui traverse la Russie de l'Est à l'Ouest, les volcans éteints de la partie sud des monts Ourals, volcans placés à la limite des terrains primaires et granitiques, toutes ces raisons réunies font un appui très-probable à l'émersion de toute la Russie septentrionale de très-bonne heure.

Alors la mer primitive pouvait s'étendre, au midi de la Russie, de la Baltique à la mer d'Aral et au-delà. Cependant de très-bonne heure encore une grande chaîne de dislocation avait partagé la partie méridionale de cette grande mer primitive en plusieurs bassins; on peut suivre cette chaîne des montagnes de la Perse jusqu'aux Karpathes, et de là jusqu'aux Alpes d'une part, aux Vosges et aux Ardennes de l'autre. En effet, les chaînes primitives se continuent, comme nous l'avons vu, dans toute cette étendue, on y remarque, en outre, les traces des anciens volcans, depuis Téhéran, par la Turquie d'Asie et d'Europe jusqu'aux Karpathes, et elle se continue même jusque dans la Basse-Allemagne, entre le Harz et les Ardennes, ainsi que nous l'avons vu. Les terrains secondaires sont aussi dans toute cette chaîne beaucoup moins nombreux et moins compliqués que dans l'ouest de l'Europe. Ce pouvait être aussi à cette époque que les volcans du centre de l'Auvergne étaient en activité.

C'est alors aussi que la mer primitive put être de nouveau partagée en mer Hyrcanienne, dont la mer Noire, la mer Caspienne et la mer d'Aral sont les restes, puis en mer celto-germanique. Les Alpes orientales étaient déjà découvertes et une grande partie des Alpes occidentales.

Les dislocations du Jura, des Alpes suisses, des Alpes du

Dauphiné et de la Savoie, etc., changèrent les mers secondaires en mers tertiaires, et alors il y eut le bassin anglo-belge, le bassin de Paris, celui de la Garonne et du midi de la France, celui de l'Adriatique.

On peut peut-être aussi placer à cette époque les dislocations du Caucase qui purent inonder toute l'Asie centrale et commencer la séparation de la mer Noire et de la mer Caspienne; ce serait peut-être aussi à cette époque qu'il faudrait placer le déluge mosaïque.

Un peu peu plus tard, se placeraient la formation du détroit de Gibraltar et la destruction de l'Atlantide, avec la formation de la Méditerranée occidentale. Un peu plus tard encore, la séparation définitive de la mer Caspienne et de la mer Noire, l'écoulement de celle-ci dans la Propontide et la mer Egée ou l'archipel de la Grèce; et depuis ce temps nos continents actuels auraient peu changé.

Seulement la mer du Nord aurait séparé l'Angleterre du continent par l'excavation du Pas-de-Calais et de la Manche, coïncidant avec l'émersion des terrains tertiaires de Belgique et d'Angleterre et peut-être du bassin de Paris.

Mais dans cette suite de la diminution des mers, à mesure que les eaux se retiraient, elles laissaient à la superficie des sables et des limons, des caillous roulés; les dislocations successives des différents sols creusaient des cavernes que l'érosion des courants fluviatiles agrandissait, et que ces courants comblaient peu à peu par les limons et les sables. L'écoulement des lacs nombreux formés par la première retraite des eaux, venait ensuite augmenter çà et là ces dépôts de sables limoneux et de caillous; et ainsi s'est formé à la superficie de tous les autres terrains celui que l'on a appelé diluvien et qui remplit également les cavernes. C'est dans ce terrain qu'on a trouvé le plus grand nombre d'ossements de mammifères. Or, le mode de remplissage des cavernes à ossements est démontré encore actuellement par les katovothrous de la Turquie, que des courants d'eau remplissent en s'y perdant.

Il suit de là que tous les terrains diluviens ne sont pas de la même époque, mais qu'ils ont été déposés à mesure que les mers diminuaient et que le sol émergé était habité.

On doit en dire autant des terrains tertiaires. En effet, par les observations faites jusqu'ici sur le sol tertiaire, on y reconnaît évidemment deux formations, l'une inférieure parisienne, l'autre supérieure subapennine, et une formation intermédiaire.

« D'abord les dépôts tertiaires ont eu lieu dans des bassins assez bien séparés, dans de très-grands golfes, ou, si l'on veut dans des mers à contours plus découpés que ceux des mers secondaires ; il en est résulté plus de diversité dans la composition. »

« Ensuite les couches tertiaires se sont déposées sous des zones très-différentes, puisque les données géologiques tendent à faire croire que l'uniformité de température a diminué des temps anciens aux temps modernes; or, cette circonstance aura dû influer sur les roches et leurs fossiles. De plus, remplissant des cavités ou étant des dépôts littoraux, il a pu se faire que les surfaces, maintenant recouvertes de roches tertiaires, n'ont été émergées que l'une après l'autre, ou du moins que l'émersion a été retardée pour quelques-unes. »

« Dans l'extrémité nord-ouest de l'Europe prédomine la formation parisienne, à l'exclusion presque complète de celle appelée subapennine, tandis qu'elle disparaît presque dans toute la zone méditerranéenne tertiaire occupée par la formation subapennine. Quant au terrain intermédiaire, la géologie de superposition le limite à la France centrale et méridionale et au Piémont. »

« Il semble ressortir de tous les faits connus que les formations parisienne, subapennine et intermédiaire sont des dépôts dont les caractères minéralogiques et paléontologiques dépendent bien plus de la place ou de la zone où ils ont été formés que de l'époque de leur formation. Chacune de ces séries de couches s'exclut, pour ainsi dire, ou si deux se trouvent réunies, l'une des deux est la dominante et l'autre, pour ainsi dire, l'exception, et c'est dans les contrées du terrain intermédiaire, et placées réellement entre la zone parisienne et la zone subapennine, où ces réunions sont le mieux exposées (1). »

Ces vues de M. Boué viennent parfaitement confirmer nos

(1) Boué, *Guide du géol.*, t. I, p. 555 à 557.

conclusions tendant à établir que les terrains tertiaires, comme les terrains diluviens, se sont déposés successivement à mesure que les mers secondaires diminuaient et devenaient des golfes ou des lacs tertiaires. La nature minéralogique des terrains tertiaires ne diffère d'ailleurs de celle des terrains secondaires dont elle est un débris, que parce qu'elle est moins profonde, et qu'elle a toujours été plus rapprochée de la superficie et du contact des agents atmosphériques; parce que, encore, les terrains tertiaires ont moins subi les lois de la pression et de la pesanteur; qu'ils ont été moins exposés aux agents modificateurs ignés; que leur composition est beaucoup plus compliquée dans les éléments; qu'ils sont des dépôts de rivages, tandis que les terrains calcaires secondaires sont plus généralement des dépôts de pleine mer.

D'après toutes les considérations précédentes, on doit trouver, et l'on trouve, en effet, des terrains tertiaires et diluviens reposant immédiatement sur les granites et sur les schistes cristallins de transition, parce qu'ils étaient déposés à mesure que les eaux des mers se retiraient. Dès-lors, des terrains tertiaires, des terrains diluviens, des alluvions mêmes peuvent donc être considérés comme contemporains de certains terrains secondaires; par exemple, les alluvions de la Sibérie, les terrains tertiaires de plusieurs parties de l'Asie, auraient pu se déposer bien avant la fin des terrains secondaires européens. De même le calcaire d'eau douce de l'Auvergne, qui est plus ancien que la première coulée de basalte qui s'est épanchée sur la contrée, peut être plus ancien que les dernières formations des terrains secondaires du reste de la France.

Enfin, comme conséquence générale de la comparaison des bassins divers, dans leur position, leur limite et leur composition minéralogique, on ne peut se refuser à admettre que dans tous ces bassins se formaient en même temps des couches diverses, suivant la position de chaque bassin et les causes multiples qui y agissaient; que la contemporanéité ne peut être établie comme l'a fait la géologie de superposition, mais qu'elle a dû être bien plus générale et bien plus compliquée, au point qu'elle ne peut être rigoureusement admise que pour les couches d'un même bassin; et que dans des bassins différents elle

a pu avoir lieu pour des terrains que la géologie de superposition regarde comme tout-à-fait différents d'âge; que, par exemple, les terrains de transition d'un bassin peuvent être contemporains des terrains secondaires d'un autre bassin; ce qui peut être reconnu quand les terrains secondaires reposent immédiatement et sans intermédiaires sur le sol primitif de la création. Ceci peut être également vrai pour tous les terrains; les terrains tertiaires d'un bassin, pouvant être contemporains des terrains secondaires d'un autre bassin. Bien plus, les principales divisions du terrain secondaire paraissent avoir été contemporaines dans le même bassin, comme nous l'avons démontré, puisqu'un groupe pouvait se déposer au rivage, pendant qu'un autre se formait au fond de la pleine mer; on doit en dire autant des divers groupes du terrain tertiaire.

Mais outre ce synchronisme général des formations dans un même bassin, et même des terrains dans des bassins divers, il y a eu un autre synchronisme dont nous examinerons la valeur dans notre prochaine leçon.

LEÇON XXII.

DU SYNCHRONISME DES TERRAINS ET DES FORMATIONS.

L'étude comparative des divers bassins géologiques nous a conduit à la conclusion d'un synchronisme général entre les formations de ces bassins. Or, pour compléter cette question importante, nous devons examiner ici plus à fond ce qu'a été et ce qu'a dû être le synchronisme ou la contemporanéité des formations, au risque de nous répéter peut-être en quelques points.

D'abord, il résulte de toutes nos études précédentes, que deux grands faits dominent la superposition des couches de tous les terrains qui composent l'écorce du globe, depuis le sol primitif jusqu'aux formations récentes.

L'un de ces faits nous montre dans les localités où on les

trouve, la généralité des couches du sol primaire (intermédiaire des auteurs) en stratification concordante, c'est-à-dire, ayant même direction et même inclinaison entre elles; il nous montre les couches du sol secondaire en stratification concordante entre elles et avec le sol primaire, et, enfin, les couches du sol tertiaire sont dans la même disposition entre elles et avec les précédentes : ce fait, observé sur un assez grand nombre de points du globe, est désormais acquis à la science. La conséquence logique et naturelle à en tirer, c'est que toutes ces couches primaires, secondaires et tertiaires, ainsi disposées, prouvent l'action d'une cause continue et presque toujours la même, qui n'a cessé d'agir dans le même sens, dans chaque localité, depuis le commencement jusqu'à la fin des dépôts; seulement les éléments, les matériaux sur lesquels elle a agi, ont varié par son action même, compliquée de causes diverses et nombreuses.

La succession de ces dépôts est, en effet, tellement continue, les couches diverses sont tellement engrenées les unes aux autres, qu'il est plus rare de trouver les limites de deux roches bien tranchées que de les voir se fondre ensemble, soit par passage, soit par alternance (1), » et que l'on ne peut souvent y marquer, je ne dis pas les divisions de détails, mais bien plus les grandes divisions de terrain primaire, secondaire et tertiaire, que d'une manière artificielle, et dans un grand nombre de cas, tellement conjecturale, que les géologues systématiques ne peuvent encore s'accorder sur ce qui appartient à un terrain plutôt qu'à l'autre. Ce désaccord ne prouverait-il pas qu'il serait temps de bannir de la science les idées trop systématiques, pour s'en tenir plus rigoureusement à la succession naturelle des phénomènes. Quoi qu'il en soit, il est évident qu'on ne peut plus accepter l'idée hypothétique de révolutions successives qui auraient produit cette succession de couches, de terrains si intimement liés, qu'ils ne peuvent être que l'effet d'une cause unique et continue, quoique diversement modifiée dans ses effets suivant les localités et leurs circonstances.

Le second fait, qui domine toute la succession des terrains, paraît de prime abord entièrement opposé au premier; il nous

(1) A. Boué, *Guid. du géol.*, t. I, p. 510.

révèle, en effet, des bouleversements, des dislocations qui ont produit des affaissements et des soulèvements simultanés, et comme par un effet de bascule, dans les couches du sol qui compose les montagnes ou qui les avoisine. Ces bouleversements paraissent avoir eu lieu à toutes les époques et avoir agi sur toutes les couches déjà formées, lorsqu'ils eurent lieu.

Les couches superposées dans ces localités sont très-souvent en stratification discordante, c'est-à-dire, que les couches supérieures ont une direction et une inclinaison différentes de celles des couches inférieures, ou même opposées. On en a conclu que les couches supérieures avaient été déposées après la dislocation des couches inférieures, et par des causes différentes ; cette conclusion paraît vraie et légitime dans plusieurs cas, mais dans les autres elle n'est pas à l'abri de toute discussion et de tout doute. On a encore conclu des faits précédents que l'on ne pouvait accepter l'action de causes continues, mais que ces faits prouvaient des révolutions diverses et de longues intermittences dans la suite des dépôts.

Cependant cette dernière conclusion est tellement opposée à notre premier fait général, qu'il est impossible de l'admettre sans contrôle. Si donc nous pouvons interpréter les effets de la cause quelconque des bouleversements, de manière à les faire s'accorder avec ceux de la cause principale et continue qui a produit les stratifications concordantes, il nous semble que nous serons plus certains d'être dans la vérité. Or, cet accord n'est pas aussi difficile qu'on a bien voulu le croire.

En effet, il est certain qu'il a fallu que les dépôts disloqués fussent formés avant d'être soulevés ou bouleversés ; la cause qui a formé les dépôts a donc commencé à agir la première; elle a agi pour former les dépôts réguliers, non disloqués, et ceux qui l'ont été après leur formation. Elle a donc agi d'une manière générale. Mais sur certains points plus ou moins étendus, les couches déjà formées ont été brisées, la dislocation a produit d'un côté des affaissements, de l'autre des soulèvements. Dès-lors le bassin aqueux a été modifié dans sa forme, dans ses limites ; les courants ont changé de direction, et les nouveaux dépôts qu'ils ont formés ont dû se stratifier d'une manière discordante aux premiers. Mais il n'y a pas

eu pour cela intermittence dans l'action de la cause des dépôts, puisqu'au contraire les faits paraissent prouver qu'elle a acquis plus d'énergie; qu'elle a eu une plus grande abondance de matériaux à sa disposition, par l'effet même des dislocations. Ainsi ces deux grands faits, en apparence si opposés, le fait des stratifications concordantes et celui des stratifications discordantes, sont dus à une même cause continue, qui a été dans le dernier cas modifiée dans ses effets et la direction de ses dépôts par la cause des dislocations et des soulèvements.

Sans discuter tous les faits de détail que l'on pourra ramener à cette règle générale quand on voudra, nous concluons que tous les dépôts sont le produit de causes continues, et qu'il n'y a point eu, par conséquent, de ces révolutions étonnantes qui auraient bouleversé à la fois toute la surface du globe et détruit les êtres organisés qui y vivaient. Nous concluons enfin que la cause aqueuse et la cause ignée ont été synchroniques ou contemporaines dans leurs effets, le plus souvent combinés.

La manière tout artificielle dont on a, jusqu'ici, présenté la superposition des couches qui composent le sol, n'est propre qu'à induire en de graves erreurs les personnes qui n'ont point approfondi le sujet. On peut ramener à quatre classes toutes les substances qui composent le sol de dépôts; ce sont des sables et des grès, des argiles, des substances charbonneuses et des calcaires. Chacune d'elles domine dans certaines couches et s'y présente sous des formes et des textures variées, suivant les terrains, les localités et les circonstances qui les ont modifiées pendant ou après la formation des dépôts. Or, c'est par ces variations accidentelles qu'on les distingue en un très-grand nombre de couches qui alternent les unes avec les autres dans leur superposition pour former chaque terrain. Mais, comme assez ordinairement les mêmes couches occupent et devaient occuper, comme nous l'avons prouvé, des positions analogues dans les diverses localités, puisque les unes sont des débris des roches primitives et des formations de rivages, les autres, des formations d'embouchure, les autres, des formations de pleine mer, etc., qui doivent, par conséquent, toujours se trouver en succession. On en a conclu que les couches analogues s'étaient formées dans le même temps et

par les mêmes circonstances et les mêmes causes ; c'est ce qu'on a appelé le synchronisme de formation, sur lequel nous allons revenir.

On a ensuite considéré la superposition de ces couches nombreuses comme si elles se trouvaient toutes réunies dans une même localité, et formant une série continue et sans lacune, de toutes les couches connues. C'est sur cette série ainsi complétée artificiellement qu'on a établi les divisions, les subdivisions des terrains divers, qu'on a fondé les hypothèses de formations contemporaines, pour toutes les couches qui occupent la même place dans la série artificielle, les hypothèses du temps et de la durée qu'il a fallu pour réaliser cette longue série de couches superposées et souvent alternantes. De là, en grande partie, les siècles infinis dans lesquels se perd l'origine de notre globe; le temps n'a rien coûté, on l'a multiplié jusqu'à effrayer les imaginations les plus hardies. Cependant cette série artificielle de la superposition, continue et sans lacune des couches, est, on peut le dire avec certitude, tout ce qu'il y a de plus opposé à la réalité des faits; d'abord, il n'est pas une seule couche, dans toute la série des terrains, qui n'apparaisse en plusieurs points à la superficie du sol, sans être recouverte par aucune autre; ici, c'est le sol primaire qui est à la superficie; là, c'est le terrain carbonifère; plus loin, le terrain triasique; puis le jurassique; ensuite le crétacé; ailleurs, ce sont les diverses assises du terrain tertiaire. En second lieu, en descendant des terrains récents aux plus anciens, nous retrouvons une autre marche analogue; le sol tertiaire repose immédiatement sur le granit et sur les schistes primaires (calcaire grossier de Dinan en Bretagne, etc.); ailleurs, le terrain crétacé repose sur le terrain primitif, sans intermédiaire; ailleurs, le sol jurassique repose sur ce même terrain primitif, etc., en sorte qu'on peut affirmer encore qu'il n'est probablement pas une seule couche caractérisée d'un terrain quelconque qui, sur quelque point du globe, ne repose immédiatement sur le sol primitif. Or, de ce fait général résulte que toutes les couches d'un terrain quelconque, qui reposent sur le sol primitif, pourraient être considérées comme contemporaines, et que ce serait une étrange violence aux faits de les ranger à leur

place hypothétique dans la série artificielle de superposition.

Il est bien vrai néanmoins, que quand il y a plusieurs couches superposées, elles suivent un ordre à peu près régulier; ainsi les couches primaires sont les plus inférieures, puis viennent les grès anciens, rouges, bigarrés, etc., le lias, le terrain jurassique, etc. Or, cela se conçoit; puisque les couches primaires sont des débris et des dépendances du sol primitif, aussi bien que les grès et les argiles inférieures, elles ont dû être déposées et formées avant que le sol primitif ne fût en cet endroit recouvert par des calcaires; car une fois ce sol primitif recouvert immédiatement par des calcaires ou autres couches, et dérobé ainsi aux causes d'érosion, etc., il n'a plus pu se former à ses dépens ni de terrain primaire ni des grès.

Mais quel que soit le terrain que l'on étudie, on peut assurer qu'on ne rencontre nulle part en superposition continue la série des couches qui rentrent dans la classification artificielle.

Enfin, sur aucun point du globe on ne peut observer tous les terrains, ni toutes les couches d'un même terrain réunies; ce qu'il y a de plus complet sous ce rapport nous est offert dans l'ouest de l'Europe, et nous avons vu combien il s'en fallait qu'on y rencontrât des séries complètes de couches même dans un même terrain. La superposition n'est donc pas ce qu'on l'a présentée artificiellement. Pour être dans la vérité il faut s'en faire une toute autre idée; et l'intelligence de ce point capital a été un de nos efforts continuels dans ce Cours.

Si, par exemple, nous partons des granits de Bretagne pour arriver au sol tertiaire parisien, voici ce que nous trouvons : 1° les côtes et les crêtes granitiques forment la superficie du sol; 2° les couches primaires de gneiss, de micaschistes, de schistes argileux se succèdent à la superficie en sortant les uns de dessous les autres, de façon cependant que le niveau baisse en descendant des granits sur les couches les plus superficielles; 3° plus loin et à un niveau plus bas encore, les assises inférieures secondaires apparaissent sur le pied des schistes; viennent ensuite les calcaires jurassiques (en Normandie et en Poitou), de façon à ce que leurs diverses assises sortent aussi les unes de dessous les autres; puis ces calcaires se perdent sous la craie dont le niveau est de plus en plus bas, et qui vient

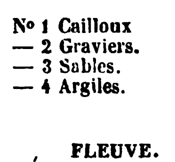
elle-même se perdre sous le sol tertiaire parisien. En partant des montagnes primitives des Vosges, ou du plateau central de la France (Auvergne et Limousin), on rencontre la même succession et les mêmes dispositions jusqu'au sol tertiaire parisien.

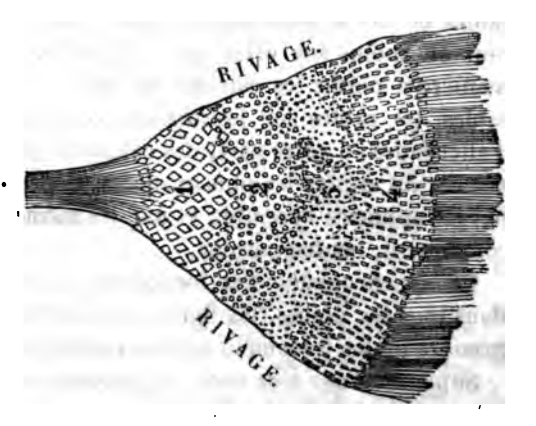
Or, cette succession en vastes gradins d'une sorte d'échelle ne prouve nullement que la couche qui forme le premier gradin s'étende sous toute la seconde, ni que celle-ci s'étende sous toute la troisième, et ainsi de suite. Mais il nous semble, au contraire, plus conforme aux faits observés et aux effets que nous voyons encore se produire sous nos yeux, d'admettre que pendant que les premiers dépôts se continuaient encore, les seconds commençaient à l'une de leurs extrémités et se continuaient ainsi simultanément pendant un certain temps; que plus loin, les troisièmes commençaient à se déposer sur l'extrémité des seconds, et ainsi de suite; en outre, que sur les rivages, par exemple, se formaient certains dépôts, pendant que d'autres s'accumulaient au large dans le fond du bassin de la mer. Un coup d'œil sur une carte géologique semble conduire, en effet, à reconnaître que la craie, qui est un dépôt de pleine mer, se déposait déjà pendant la formation du lias qui est un dépôt de rivage, et pendant celle des couches jurassiques, qui sont intermédiaires, qui ont été déposées ou formées dans une zone éloignée du rivage et qui entourait la mer profonde, où la craie provenant de leur lavage s'est déposée; que sur d'autres points des houilles et des grès pouvaient se déposer en même temps plus ou moins loin des rivages; que les schistes primaires pouvaient en même temps encore se former sur place et tout-à-fait au rivage de la mer, où se déposait dès-lors la craie. En sorte néanmoins que les dépôts les plus rapprochés des rivages ayant été les premiers émergés, ont aussi terminé leur formation plus tôt; et leur bord intérieur a été recouvert par les derniers dépôts des couches suivantes; celles-ci se trouvant ensuite les plus rapprochées du rivage, ont terminé leurs dépôts avant les suivants, dont les dernières assises les ont recouverts, et de même pour les suivantes, à mesure qu'on avance vers le centre de la mer et que les eaux se retiraient par une cause ou par une autre.

En outre, dans le cas très-fréquent de formations d'eau douce

et de formations marines, alternantes ou superposées, ou mélangées, les fleuves apportaient des continents, tandis que la mer apportait de son sein en même temps; la prédominance des fleuves formait une couche d'eau douce, et dans les jours suivants la prédominance de la marée formait une couche marine sur le même point; la lutte des deux eaux formait un mélange. Ces modes de formation ont été démontrés pour les terrains tertiaires parisiens, etc. et ils ont leur application tout aussi exacte aux terrains secondaires, etc. Cette interprétation, qui est d'accord avec les faits les plus nombreux et dans la plupart des cas, ne peut être contredite par d'autres faits locaux qui présenteraient une succession de plusieurs couches différentes dans une superposition complète de toute leur étendue. Car, dans ce dernier cas extrêmement rare, s'il existe, il y aurait à rechercher les causes modificatrices des dépôts, soit dans des dislocations qui auraient amené de nouveaux fleuves, soit dans un envahissement partiel des mers sur un terrain déjà exondé, etc., etc. Quant à la succession des couches, plus ou moins analogues dans une même formation, les faits connus et les lois physiques nous en donnent le synchronisme.

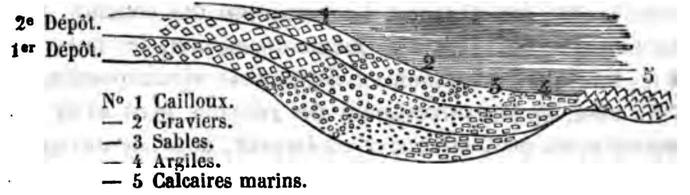
En effet, la contemporanéité des couches peut avoir lieu en largeur et en profondeur : 1° en largeur, nous savons que plus un corps est pesant, plus tôt il est déposé par les eaux ; or, qu'un vaste fleuve, gonflé par une inondation, reçoive diverses substances amenées par ses affluents, et qu'il entraîne à la fois,





comme cela a lieu tous les jours, vers son embouchure, des cailloux, des graviers, des sables, des argiles fines, etc., il déposera d'abord les parties plus pesantes, puis les autres successivement à des distances plus ou moins éloignées suivant leur poids; et on aura vers l'embouchure des cailloux, plus loin des graviers engrenant sur les derniers cailloux; puis, plus avant encore, des sables engrenant sur les derniers graviers, et enfin vers le fond du bassin, des argiles engrenant sur les derniers sables; ce seront autant de dépôts contemporains, puisqu'ils ont été apportés par le même flot.

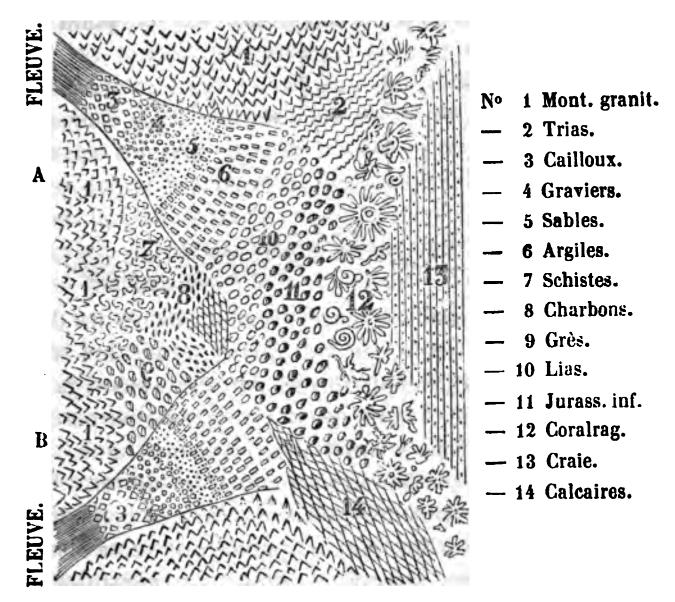
2° En profondeur, le même fleuve continuant toujours ses dépôts avec plus ou moins d'abondance, suivant les crues d'eaux, la force des vents qui le poussera plus loin dans la mer ou le lac, le délaiement de ses rives par les pluies, les dégels, etc... Les couches déposées se superposeront d'une manière variable, et on aura, dans une coupe profonde, l'ordre des dépôts suivants :



Dans cette coupe on voit successivement les lits de cailloux sortir de dessous les graviers, ceux-ci de dessous les sables, les sables de dessous les argiles; puis chaque dépôt se prolonger plus ou moins sur celui qui l'a précédé immédiatement, de manière à porter les cailloux sur les graviers, ceux-ci sur les sables, les sables sur les argiles; ce qui produit une espèce d'alternance; d'autre part, des calcaires marins viennent engrener sur les argiles les plus avancées. Cependant tous ces dépôts ont été apportés ensemble et par les mêmes flots, et sont, par conséquent, contemporains.

Le synchronisme des formations ainsi clairement exposé dans tous ses points, les figures suivantes feront mieux comprendre toutes les conclusions auxquelles il nous amène.

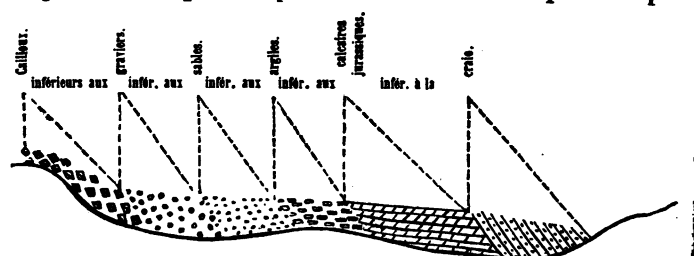
Supposons une mer vaste et profonde où arrivent des fleuves de plusieurs côtés; voici ce que nous aurons :



Les deux formations fluviatiles Nord-Ouest et Sud-Ouest paraissent se continuer sous les couches marines, et pourtant il n'en est rien; c'étaient deux fleuves qui agissaient en même temps aux deux points opposés d'un même bassin ; et, pendant qu'ils formaient leurs dépôts contemporains de cailloux, graviers, sables et argiles, des schistes se formaient aux dépens des granits dans la partie A du bassin, et des grès dans la partie B, puis à la suite des schistes et des grès, des charbons provenant des matières végétales que le remous des deux fleuves ou leurs crues déposaient dans le fond de la baie A, B.

Les couches de calcaire marin étaient déposées par la mer en même temps et s'engrenaient par tout leur bord extérieur sur les charbons et les argiles fluviatiles. Plus loin dans le bassin se déposaient les lias et les calcaires jurassiques, qui engrènent également sur les couches précédentes; en même temps les rescifs de polypiers du coralrag se formaient plus loin par le travail des animaux à transsudation calcaire; tandis que leur lavage et les coquilles brisées allaient former la craie dans le fond du bassin. En sorte que toutes ces couches que l'on rencontre dans une coupe sortant les unes de dessous les autres, sont pourtant contemporaines. Ainsi la coupe suivante montre

la méprise facile qu'on a pu commettre sur ce point capital.

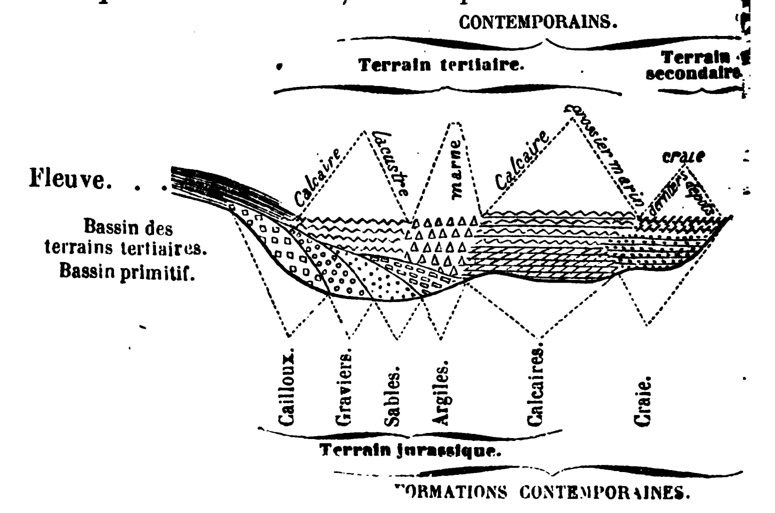


En effet, en descendant successivement depuis les dépôts de cailloux jusqu'à la craie, on voit une superposition successive et on en conclut des dépôts formés successivement, tandis que la disposition même et la nature des couches superposées semblent indiquer des dépôts simultanés, contemporains.

En étudiant chaque bassin particulier des diverses localités, dans les terrains secondaires, on arrivera à se convaincre que la succession des couches loin de prouver une succession de formations par de longs intervalles, prouve, au contraire, la contemporanéité de ces formations.

Quant aux terrains tertiaires, leur superposition entre eux et aux terrains secondaires s'explique absolument de la même manière.

Le bassin secondaire venant à se combler, soit par l'accumulation des matériaux, soit par des affaissements ou toute autre cause qui diminue les eaux, voici ce qui arrivera :



Ainsi les derniers terrains secondaires sont contemporains des premiers terrains tertiaires, et ceux-ci font suite aux premiers, de manière à ce que ce soit une succession de causes et d'effets jamais interrompue, mais dont l'étendue d'action diminue et varie à mesure que les bassins se comblent ou se dessèchent par des causes diverses, qui sont, ici, l'accumulation des matériaux, là, l'affaissement du sol ou son soulèvement, ailleurs, une variation dans les côtes du bassin, qui l'expose à d'autres vents, qui y détermine d'autres courants ; dans une autre localité, un changement soit en direction, soit en étendue dans le cours des fleuves, etc., etc.

Enfin, pendant que ces phénomènes se passaient dans certains lieux, des eaux calcarifères, silicifères, sulfureuses, etc., formaient à côté ou sur d'autres points, mais en même temps, des dépôts particuliers par voie de sédiment ou de concrétion.

Telle est la conception géologique vraiment rationnelle à laquelle nous a conduit le synchronisme bien compris ; que nous a donnée la comparaison des divers bassins ; qui est fondée sur les vrais rapports des terrains, sur leur position et leur état naturel, et non sur une généralisation imaginaire de superpositions artificielles qui ne représente aucune réalité ; ici les faits et les phénomènes géologiques sont le résultat des causes et des lois naturelles. Rien d'étrange, rien d'extraordinaire, rien de contraire aux lois physiques connues. Nous avons donc la confiance d'être beaucoup plus dans le vrai que toutes les théories fondées sur des lois inconnues, des hypothèses contraires aux lois et aux causes actuelles.

Nous avons à vérifier cette conception par la série paléontologique, par les débris fossiles d'êtres organisés, considérés dans leur gisement, leurs mœurs, et dans leurs rapports avec le sol et les conditions de leur existence, et par là nous convaincre qu'ils ont dû devenir fossiles dans l'ordre où on les rencontre, et disparaître de même ; et enfin que tout cela concorde admirablement avec la formation de la série minéralogique telle que nous l'avons conçue et présentée. Pour mieux faire ressortir cette concordance, nous allons étudier les fossiles dans l'ordre des terrains où on les a jusqu'ici rencontrés.

Les premiers terrains où l'on rencontre des fossiles sont les

terrains primaires ou de transition; or, nous avons reconnu par la position et la nature de ces terrains qu'ils s'étaient, pour la plupart, formés aux rivages de la grande mer primitive, ou autour des îles primitives; nous devons donc y trouver des animaux de rivage, c'est en effet ce qui a lieu : on trouve dans le *terrain ardoisier*, parmi les articulés, au moins quatorze espèces de trilobites et quatorze de clymènes, qui sont des crustacés, lesquels vivent, en général, non loin des rivages; un serpule, ver marin qu'on rencontre aussi sur les rivages; — parmi les mollusques : vingt-trois espèces de trachélipodes phytophages, animaux qui vivent non loin des rivages féconds en varecs et plantes marines; huit de patelles, qui vivent sur les rochers que la mer découvre par son flux et reflux; trente-huit d'acéphales, lamelli-branches, dont les huîtres et les moules sont les genres les plus connus à l'état vivant; or, ces mollusques bivalves vivent autour des rochers, ou par bancs, à quelques distances des rivages. — Mais on y trouve aussi des espèces de pleine mer; ainsi on a signalé environ vingt-six espèces de goniatites, vingt-deux d'orthocères, trois de bellérophes, tous animaux du grand genre linnéen des nautiles, qui vivent bien dans le fond des mers, mais dont les coquilles sont souvent rejetées aux rivages. Cinq espèces de térébratules dont les analogues vivantes se fixent aux rochers dans les mers profondes. — Dans les rayonnés, on a trouvé quatre espèces de crinoïdes, dont on ne rencontre plus d'analogues que dans les profondeurs des mers. Ainsi les animaux de rivages sont donc prédominants dans le terrain ardoisier, et ceux de pleine mer peuvent y avoir été jetés comme leurs analogues le sont encore aujourd'hui sur les rivages.

Le *terrain antraxifère* renferme les mêmes fossiles que le précédent, on y trouve particulièrement des buccins, des turbos, des turritelles, des natices, mollusques céphalidés qui vivent aussi bien près des rivages qu'en pleine mer; des nérites, qui vivent aussi bien dans les eaux douces et fluviatiles que dans les embouchures; des hélices, qui, s'ils sont de véritables hélices, doivent être terrestres; parmi les mollusques acéphalés, des cardiums, des cypricardes, des sanguinolaires, animaux de baies marines non loin des rivages; il en est de même des pectens

des lucines et des crassatelles; des unios, mollusques fluviatiles et d'eaux saumâtres. On y trouve aussi des mollusques de pleine mer et des polypiers, mais qui sont évidemment transportés du fond des mers.

Les fossiles des terrains primaires s'accordent donc avec leur position géologique, pour prouver que ces terrains ont été déposés sur les rivages des mers primitives.

Terrain houiller. La comparaison de la flore houillère avec celle des diverses régions du globe, la rapproche de la zône torride et principalement de celle des îles plus petites et plus éloignées des continents. On remarque, en effet, que ces îles se rapprochent davantage de ce que nous connaissons dans les terrains houillers, tant par la proportion numérique des espèces des différentes classes, que par le développement que prennent ces espèces. La végétation des houillères se rapproche aussi davantage de celle qui croît plus vigoureusement sur le sol primitif. Or, la position des houillères nous les montre, en général, comme s'étant formées autour d'îles primitives entourées de vastes mers, qui y maintenaient une température plus uniformément élevée et humide, et par là même semblable à celle de la zône torride. Les fossiles animaux sont des débris d'insectes, d'arachnides (scorpion) avec des trilobites, et, en général, des mollusques marins de baies et d'eaux saumâtres; des pectens, des myes et des unios; ou bien des mollusques de mer profonde analogues à ceux des terrains précédents. Ailleurs, ce sont des mollusques uniquement lacustres et fluviatiles. Ces fossiles animaux concordent donc avec les végétaux pour prouver que les houillères se sont formées ou dans des eaux douces ou dans des baies marines à l'embouchure de grands fleuves, ce que la position géologique nous avait aussi indiqué.

Les diverses assises du terrain triasique renferment encore des trilobites (vieux grès rouge), des reptiles d'embouchure, des crustacés, des mollusques d'embouchure, de baies et de rivages, comme aussi quelques-uns qu'on peut supposer de mer profonde; on y trouve aussi des végétaux aquatiques et terrestres. Certains grès de ce terrain ont aussi présenté des empreintes de pieds attribués à des oiseaux et même à des quadrupèdes terrestres; mais cela n'est pas certain.

Le lias, que nous avons regardé avec d'habiles géologues

firmer la loi d'association des êtres ; association qui a aussi bien lieu dans les eaux que sur la terre, et qui, quand elle ne peut plus s'effectuer et se continuer convenablement, voit se disperser et disparaître les êtres qui la formaient en certains lieux. La multiplication de l'espèce humaine est la plus grande cause destructive de cette association ; mais elle n'est pas la seule. L'arrivée de certains animaux dans les parages où certaines associations d'êtres se perpétuaient auparavant, suffit pour les y détruire; c'est ce que font les carnassiers sur la terre, et même sur le rivage des mers; il suffit de l'arrivée d'un phoque ou d'un dauphin dans une baie marine, pour en chasser toutes les bandes de poissons qui y vivaient auparavant.

Le changement dans les localités doit en amener de correspondants dans les êtres qui les habitent. « Les circonstances n'étant plus les mêmes, les races qui habitaient un point quelconque l'ont abandonné pour se retirer sur des points plus convenables, tandis que d'autres races, qui existaient déjà dans certaines contrées, plus ou moins éloignées, sont venues s'établir dans des lieux rendus propres à leur existence par suite de certains événements. Ainsi le changement d'une mer profonde en une baie, de celle-ci en un lac, en un marais, ne doit-il pas avoir amené des changements dans la série des espèces qui se seront succédé dans un même lieu? Ainsi les changements dans les rapports des continents et des mers, dans la direction des courants, la position, l'abondance plus ou moins grande des affluents, la modification dans les climats qui en sont la conséquence, etc., etc., ne peuvent-ils pas produire de semblables résultats (1)? »

En faisant l'application de ces conditions d'existence, nous voyons qu'elles expliquent l'ordre des fossiles dans les terrains divers. 1° On trouve des mollusques de rivages et d'eau douce dans presque tous les terrains, ce qui s'explique facilement par le transport des fleuves au milieu des mers ; mais ces espèces sont exceptionnelles pour ainsi dire et rares dans les formations de mer profonde, tandis qu'elles sont très-abondantes et prédominent dans les formations de rivages et d'embouchure; l'ordre inverse a lieu pour les mollusques de mer profonde, ils

(1) M. C. Prévost, note sur le terr. nummulitique de la Sicile, *Bulletin de la Société géol.*

sont plus rares dans les formations de rivages et prédominants dans les formations pélagiennes.

2° A mesure que les terrains s'accumulent et que, par suite, les bassins deviennent moins profonds, on voit d'abord les espèces croître en nombre et former des associations plus complètes; c'est ainsi qu'avec les terrains secondaires apparaissent les grandes masses de polypiers, qui fournissaient des abris et probablement une pâture abondante aux grands mollusques, de la famille des ammonites, des nautiles, des bélemnites, etc. Tous ces animaux vivaient dans de vastes mers, comme le prouve l'étendue des terrains qui les renferment; la température y était donc beaucoup plus uniforme; ils pouvaient donc s'y développer à l'aise et d'autant plus facilement que les poissons, en général, vivent peu dans les eaux profondes, qu'ils cherchent de préférence les côtes ou leur voisinage, et qu'ils ne venaient point, par conséquent, les troubler. Aussi trouve-t-on peu de poissons dans ces formations, tandis qu'ils se montrent beaucoup plus abondants dans les formations de rivages. On y trouve, au contraire, des traces de grandes reptiles aquatiques en certaines localités, dans lesquelles tout prouve que des fleuves venaient se perdre; or, aujourd'hui encore, on voit dans les fleuves de l'Inde et de l'Amérique, des crocodiles s'avancer avec les eaux douces ou saumâtres à plus de deux cents lieues dans les mers.

3° Mais on ne doit point s'attendre à trouver dans toute la série de ces terrains des animaux terrestres, et on n'y en trouve point en effet. Ces animaux habitent les continents, puis les îles qui en sont voisines et qui en ont été évidemment séparées. Or, la vaste mer primitive, dans laquelle se sont déposés tous ces terrains primaires et secondaires, était parsemée d'îles primitives qui, pour la plupart, ne tenaient point aux continents; elles produisaient une vigoureuse végétation, des insectes et des mollusques de rivages et probablement terrestres; mais elles n'avaient point encore de quadrupèdes pilifères. Ceux-ci étaient confinés dans les continents lointains de l'Asie, etc. Ils ne pouvaient donc être apportés dans les terrains secondaires.

Ce qui confirme, pour le dire en passant, la thèse de Linné que les animaux terrestres ont été créés dans un seul centre,

firmer la loi d'association des êtres ; association qui a aussi bien lieu dans les eaux que sur la terre, et qui, quand elle ne peut plus s'effectuer et se continuer convenablement, voit se disperser et disparaître les êtres qui la formaient en certains lieux. La multiplication de l'espèce humaine est la plus grande cause destructive de cette association ; mais elle n'est pas la seule. L'arrivée de certains animaux dans les parages où certaines associations d'êtres se perpétuaient auparavant, suffit pour les y détruire; c'est ce que font les carnassiers sur la terre, et même sur le rivage des mers; il suffit de l'arrivée d'un phoque ou d'un dauphin dans une baie marine, pour en chasser toutes les bandes de poissons qui y vivaient auparavant.

Le changement dans les localités doit en amener de correspondants dans les êtres qui les habitent. « Les circonstances n'étant plus les mêmes, les races qui habitaient un point quelconque l'ont abandonné pour se retirer sur des points plus convenables, tandis que d'autres races, qui existaient déjà dans certaines contrées, plus ou moins éloignées, sont venues s'établir dans des lieux rendus propres à leur existence par suite de certains événements. Ainsi le changement d'une mer profonde en une baie, de celle-ci en un lac, en un marais, ne doit-il pas avoir amené des changements dans la série des espèces qui se seront succédé dans un même lieu? Ainsi les changements dans les rapports des continents et des mers, dans la direction des courants, la position, l'abondance plus ou moins grande des affluents, la modification dans les climats qui en sont la conséquence, etc., etc., ne peuvent-ils pas produire de semblables résultats (1)? »

En faisant l'application de ces conditions d'existence, nous voyons qu'elles expliquent l'ordre des fossiles dans les terrains divers. 1° On trouve des mollusques de rivages et d'eau douce dans presque tous les terrains, ce qui s'explique facilement par le transport des fleuves au milieu des mers ; mais ces espèces sont exceptionnelles pour ainsi dire et rares dans les formations de mer profonde, tandis qu'elles sont très-abondantes et prédominent dans les formations de rivages et d'embouchure; l'ordre inverse a lieu pour les mollusques de mer profonde, ils

(1) M. C. Prévost, note sur le terr. nummulitique de la Sicile, *Bulletin de la Société géol.*

sont plus rares dans les formations de rivages et prédominants dans les formations pélagiennes.

2° A mesure que les terrains s'accumulent et que, par suite, les bassins deviennent moins profonds, on voit d'abord les espèces croître en nombre et former des associations plus complètes ; c'est ainsi qu'avec les terrains secondaires apparaissent les grandes masses de polypiers, qui fournissaient des abris et probablement une pâture abondante aux grands mollusques, de la famille des ammonites, des nautiles, des bélemnites, etc. Tous ces animaux vivaient dans de vastes mers, comme le prouve l'étendue des terrains qui les renferment ; la température y était donc beaucoup plus uniforme ; ils pouvaient donc s'y développer à l'aise et d'autant plus facilement que les poissons, en général, vivent peu dans les eaux profondes, qu'ils cherchent de préférence les côtes ou leur voisinage, et qu'ils ne venaient point, par conséquent, les troubler. Aussi trouve-t-on peu de poissons dans ces formations, tandis qu'ils se montrent beaucoup plus abondants dans les formations de rivages. On y trouve, au contraire, des traces de grandes reptiles aquatiques en certaines localités, dans lesquelles tout prouve que des fleuves venaient se perdre ; or, aujourd'hui encore, on voit dans les fleuves de l'Inde et de l'Amérique, des crocodiles s'avancer avec les eaux douces ou saumâtres à plus de deux cents lieues dans les mers.

3° Mais on ne doit point s'attendre à trouver dans toute la série de ces terrains des animaux terrestres, et on n'y en trouve point en effet. Ces animaux habitent les continents, puis les îles qui en sont voisines et qui en ont été évidemment séparées. Or, la vaste mer primitive, dans laquelle se sont déposés tous ces terrains primaires et secondaires, était parsemée d'îles primitives qui, pour la plupart, ne tenaient point aux continents ; elles produisaient une vigoureuse végétation, des insectes et des mollusques de rivages et probablement terrestres ; mais elles n'avaient point encore de quadrupèdes pilifères. Ceux-ci étaient confinés dans les continents lointains de l'Asie, etc. Ils ne pouvaient donc être apportés dans les terrains secondaires.

Ce qui confirme, pour le dire en passant, la thèse de Linné que les animaux terrestres ont été créés dans un seul centre,

d'où ils se sont ensuite répandus sur tout le globe. Les quelques exceptions de fossiles mammifères qu'on a cités dans les terrains secondaires d'Angleterre, si elles sont certaines, y auraient été apportées de loin, peut-être du continent de l'Atlantide ou de l'Amérique.

Il en est autrement des oiseaux, leur mode de locomotion leur permet de traverser les mers, et ils peuplent toutes les pointes de rochers qui s'élèvent au-dessus des eaux. Il n'y a donc rien d'étonnant qu'on trouve des traces d'oiseaux dès les terrains secondaires; et on pourrait même en trouver dès les terrains primaires.

4° Cependant, à mesure que les terrains s'élevaient çà et là dans ces mers, les polypiers amenaient leurs rescifs à fleur d'eau, et mouraient ou disparaissaient, comme ils disparaissent encore aujourd'hui, dès que leurs travaux viennent affleurer la surface des eaux. Les mollusques ou autres animaux qui s'en nourrissaient, émigrent ou disparaissent avec eux. Mais cela ne se fait pas tout d'un coup, ni subitement; c'est peu à peu; et il demeure toujours un certain nombre d'individus et d'espèces, qui subissent des variations de races, soit dans la taille, soit dans les formes accidentelles, etc., par suite des changements de circonstances qui sont plus dures. Ces espèces deviennent des variétés, elles se font aussi plus rares, et voilà pourquoi on les rencontre encore en petit nombre avec les nouvelles espèces, que le changement des circonstances a amenées. Puis, ces changements allant toujours croissants, elles finissent par disparaître. Ainsi s'explique le mélange des fossiles tertiaires et secondaires, dans les derniers terrains secondaires et dans les premiers tertiaires.

Ces causes de diminution du bassin des mers, jointes à celles des affaissements et des dislocations, émergent de plus en plus les continents, forment des baies là où étaient des mers profondes; et à mesure que les eaux se retirent, elles chassent les espèces de mer profonde, ou ces espèces périssent, et celles de rivages, de baies, d'eau saumâtre, etc., viennent habiter les mêmes localités en suivant toujours les bords des eaux à mesure que ces bords se resserrent vers les centres et les profondeurs devenues des rivages ou des baies; ces espèces s'étendent donc et se multiplient, à mesure que les autres diminuent; aussi les

trouve-t-on dès les derniers terrains secondaires et en bien plus grand nombre dans les tertiaires qui se sont déposés dans de pareilles circonstances; tandis qu'on ne trouve plus que par exception, et qu'on ne doit plus trouver, les animaux des terrains précédents.

Les espèces d'eaux douces se propagent et s'étendent avec ces eaux sur les terrains marins, pour les mêmes raisons.

Les espèces terrestres et les mammifères surtout s'étendent à mesure que les continents viennent joindre les îles primitives; cette extension coïncide évidemment avec la formation des mers tertiaires aux dépens des mers secondaires. Dès-lors on doit trouver des traces de plus en plus nombreuses de mammifères, à mesure qu'on monte dans les terrains tertiaires. Mais on doit rencontrer en plus grande abondance ceux qui vivent dans les eaux, dans les grandes vallées, sur les grands cours d'eaux, aussi bien que ceux qui font leur proie de ceux-ci; tandis que les mammifères qui fuient les eaux ou qui n'en approchent que rarement, doivent aussi se rencontrer fossiles beaucoup moins souvent, et en bien plus petit nombre. Or, c'est cet ordre que tous les faits confirment : ce sont des dauphins, des cétacés, animaux de côtes et de baies; puis des dugongs, des lamentins, des dinothériums, animaux de mêmes circonstances à peu près et aussi fluviatiles; ce sont ensuite des amphibies de la famille des carnassiers et des rongeurs; puis des pachydermes et des carnassiers qui en font leur proie, etc.

5° Mais c'est surtout dans les grandes alluvions du diluvium et modernes, que l'on trouve en plus grand nombre les animaux terrestres; et il n'y a là rien que de conforme à ce que nous voyons encore aujourd'hui. On les trouve associés pêle-mêle dans les mêmes directions, les espèces les plus disparates et les plus ennemies réunies ensemble; de même que l'on a vu dans les grandes inondations du Rhône, par exemple, des herbivores, des rongeurs, des carnassiers, attroupés pêle-mêle sur des îlots, tous effrayés par la crue des eaux, cherchant tous leur salut, les herbivores ne fuyant plus les carnassiers, qui ne songeaient pas aussi à les attaquer. Et si l'inondation continue, tous ces attroupements sont saisis et engloutis ensemble par les eaux. Tout porte à croire que ce

phénomène a dû se renouveler fréquemment dans les temps anciens, puisque nous retrouvons tant de traces de pareilles inondations. Il aura pu aussi contribuer, dans certains cas, à l'accumulation des ossements dans les cavernes. Cependant il faudrait se garder de vouloir expliquer par là la présence des fossiles terrestres dans toutes les localités où on les rencontre; les causes de fossilisation ont été multiples et variées comme les localités et les circonstances.

6° Ce que nous venons de vérifier pour les fossiles animaux peut se dire proportionnellement des végétaux. D'abord on doit trouver dans les terrains les plus profonds, des végétaux insulaires qui demandent une température humide et uniforme dans son élévation, et d'autant plus vigoureux dans leur végétation que ces circonstances sont plus favorables et que les animaux ne venaient point encore les détruire; puis doivent venir les végétaux des continents; ceux-ci se couvrant de forêts à mesure qu'ils étaient émergés, tandis que les végétaux insulaires diminuaient et disparaissaient en proportion inverse.

7° Il suit de tous les mêmes faits et des mêmes raisons que l'ordre de disparition des fossiles doit suivre et suit, en effet, une marche inverse depuis les terrains de mer profonde jusqu'aux terrains récents. D'abord, les polypiers et les mollusques de mer profonde doivent disparaître à mesure que les mers diminuent; puis les reptiles d'embouchure et de grands fleuves doivent périr à mesure que ces fleuves, ou changent de lit, ou se tarissent, ou sont trop fréquentés, parce que ces animaux ne peuvent émigrer; il en est de même de tous les animaux qui vivent dans les eaux douces, tels que les lamentins, etc. Parmi les animaux terrestres ceux qui demandent de grandes vallées, de grands cours d'eau solitaires, de vastes forêts, disparaissent à mesure que les forêts sont ravagées par l'espèce humaine; que, par suite de la destruction des forêts, les grands cours d'eau se tarissent, que ceux qui restent sont envahis par la navigation, etc. Enfin, les animaux nuisibles ou inutiles à l'homme doivent lui céder l'empire.

8° Or, comme nous avons montré que les terrains tertiaires et diluviens n'étaient pas tous de même âge, mais qu'au contraire ils s'étaient déposés successivement à mesure que les grandes mers faisaient place aux golfes, aux lacs et aux fleuves;

que tout porte à croire, dans l'examen du globe, que les mers ont séjourné plus tard vers les parties occidentales, il s'ensuit que les terrains tertiaires et les alluvions de la Haute-Asie, par exemple, peuvent bien avoir été contemporains des terrains secondaires de l'ouest de l'Europe, et que, par conséquent, il pouvait y avoir déjà là des mammifères fossiles, lorsque les contrées occidentales de notre continent n'étaient pas encore habitées. Comme, d'autre part, le mouvement des eaux est en général des pôles vers l'équateur ; que d'ailleurs les terrains primaires ou de transition dominent dans le nord de l'Europe et de l'Asie où même les alluvions reposent sur le sol primitif, on comprend comment les eaux, se retirant d'abord de ces contrées, elles ont été les premières boisées et habitées. Leur température étant plus uniforme et plus élevée, à cause du voisinage des eaux qui couvraient encore les parties méridionales de ces continents, permettait aux végétaux et aux animaux qui ne se rencontrent plus que dans les climats méridionaux, de vivre alors dans les contrées septentrionales, dont les alluvions renferment leurs débris.

La température devenant plus rude à mesure que les continents se sont élargis par le retrait des mers, ces animaux ont émigré successivement.

Mais l'homme arrivant à leur suite, détruisant les forêts et par suite les cours d'eau, ces animaux ont fini par disparaître en assez grand nombre, en laissant leurs dernières traces avec les débris de l'homme.

Ainsi les migrations des peuples ont dû commencer de l'Asie centrale, vers la Haute-Asie et vers l'Asie et l'Europe septentrionales ; et d'autre part vers l'Afrique méridionale qui offrait des îles primitives dans la Nubie et l'Abyssinie, qui ont, en effet, été peuplées avant la Basse-Égypte.

Ces conclusions géologiques sont confirmées d'ailleurs par les annales et les traditions des peuples ; comme aussi la destruction des grandes forêts a commencé de très-bonne heure par l'Asie et les contrées orientales, où elle a fini par contribuer singulièrement à la décadence de la civilisation parmi les peuples qui les habitent ; cette destruction a ensuite gagné de proche en proche, et elle commence à effrayer l'Occident.

Ainsi dans l'apparition comme dans la disparition des fos-

siles, tout se lie et s'enchaîne d'une part avec l'ordre, la position et la nature des terrains, d'autre part, avec les causes naturelles et les lois harmoniques de l'univers dont l'espèce humaine est la plus grande violatrice et, par suite, la plus grande cause de destruction des êtres. Et en dernier résultat, la géologie ainsi conçue concourt avec les autres sciences à nous démontrer l'unité de création. Point important qui fera l'objet de notre prochaine leçon.

LEÇON XXIII.

UNITÉ DE CRÉATION.

Les systèmes géologiques des révolutions du globe, des créations et des destructions successives conduisaient logiquement à des conséquences panthéistiques. Ces conséquences ont été tirées par les logiciens qui avaient accepté les prémisses avec connaissance de cause. Les écrivains doués de bonnes intentions et même religieux, qui, pour la plupart, n'avaient pas assez approfondi la science, ont aussi accepté les prémisses qu'on leur proposait comme favorables à la saine doctrine; mais ils ont repoussé les conséquences par une contradiction flagrante avec les prémisses acceptées; ce vice de logique a fait leur faiblesse; on les a laissés se débattre dans leurs contradictions, empêtrés qu'ils étaient dans des prémisses fausses, accueillies avec trop de confiance. C'étaient les prémisses qu'il fallait contrôler d'abord, et combattre ensuite, si elles étaient reconnues fausses. C'est ce que nous a permis de faire le progrès de la géologie, et voilà pourquoi notre réfutation du panthéisme est rigoureuse de logique, en même temps que toutes nos conséquences scientifiques marchent à un accord parfait avec les purs enseignements de la foi; accord nécessaire *à priori*, puisque la vérité ne peut être opposée à elle-même; accord dont la démonstration *à posteriori* a été tout l'objet de notre cours, et dont nous devons poursuivre la preuve en examinant au point de vue paléontologique la question capitale de l'unité de création.

Nous avons démontré précédemment l'unité de la création, par l'harmonie générale des lois physiques (1) ; par l'étude de la série végétale (2), et de la série animale (3) ; enfin, par l'étude de l'homme (4) ; en un mot par tout l'ensemble harmonique des êtres et de leurs lois d'existence. Il nous reste à démontrer cette même unité de création par les faits géologiques et surtout paléontologiques.

D'abord un principe certain, c'est que la science ne peut rien déterminer en paléontologie que par les rapports et les analogies des fossiles avec les animaux ou par les végétaux vivants.

En second lieu, il nous a été prouvé, dans nos leçons précédentes, que tous les animaux fossiles ont vécu dans les mêmes circonstances que les animaux actuels ; qu'ils étaient distribués à la surface de la terre suivant les mêmes lois géographiques, qui régissent encore aujourd'hui la distribution des êtres organisés sur le globe.

En troisième lieu, nous avons trouvé des lacunes entre plusieurs degrés de la série végétale et surtout de la série animale ; la démonstration de celle-ci est même assez avancée pour nous conduire à la prévision des points de la série où de telles lacunes nous font juger qu'il y a encore des êtres intermédiaires qui doivent venir les combler, que ces êtres soient vivants ou fossiles (5).

Ces principes nous amènent à étudier les faits et à constater que tous les animaux fossiles appartiennent à la création actuelle, puisqu'ils viennent remplir les lacunes de la série animale existante.

Les tableaux synoptiques abrégeront notre travail et rendront les faits plus sensibles et plus évidents. Nous y mettrons à leur place les fossiles en les indiquant par l'abréviation *fos.* quand ils ne seront connus qu'à l'état fossile ; et *viv. et fos.* quand ils seront connus à l'état vivant et à l'état fossile en même temps ; et nous n'ajouterons rien à ceux qui sont seulement connus vivants ; nous n'insérerons même que les grands genres linnéens, pour l'ordinaire, parmi les vivants.

(1) Voir Leçons XIV et suiv., t. I. — (2) Voir Leçons XV et suiv. — (3) Voir Leçons XXI et suiv. — (4) Voir Leçons du t. II. — (5) Voir Leçons XXV et suiv., t. I.

firmer la loi d'association des êtres ; association qui a aussi bien lieu dans les eaux que sur la terre, et qui, quand elle ne peut plus s'effectuer et se continuer convenablement, voit se disperser et disparaître les êtres qui la formaient en certains lieux. La multiplication de l'espèce humaine est la plus grande cause destructive de cette association ; mais elle n'est pas la seule. L'arrivée de certains animaux dans les parages où certaines associations d'êtres se perpétuaient auparavant, suffit pour les y détruire; c'est ce que font les carnassiers sur la terre, et même sur le rivage des mers; il suffit de l'arrivée d'un phoque ou d'un dauphin dans une baie marine, pour en chasser toutes les bandes de poissons qui y vivaient auparavant.

Le changement dans les localités doit en amener de correspondants dans les êtres qui les habitent. « Les circonstances n'étant plus les mêmes, les races qui habitaient un point quelconque l'ont abandonné pour se retirer sur des points plus convenables, tandis que d'autres races, qui existaient déjà dans certaines contrées, plus ou moins éloignées, sont venues s'établir dans des lieux rendus propres à leur existence par suite de certains événements. Ainsi le changement d'une mer profonde en une baie, de celle-ci en un lac, en un marais, ne doit-il pas avoir amené des changements dans la série des espèces qui se seront succédé dans un même lieu? Ainsi les changements dans les rapports des continents et des mers, dans la direction des courants, la position, l'abondance plus ou moins grande des affluents, la modification dans les climats qui en sont la conséquence, etc., etc., ne peuvent-ils pas produire de semblables résultats (1)? »

En faisant l'application de ces conditions d'existence, nous voyons qu'elles expliquent l'ordre des fossiles dans les terrains divers. 1° On trouve des mollusques de rivages et d'eau douce dans presque tous les terrains, ce qui s'explique facilement par le transport des fleuves au milieu des mers ; mais ces espèces sont exceptionnelles pour ainsi dire et rares dans les formations de mer profonde, tandis qu'elles sont très-abondantes et prédominent dans les formations de rivages et d'embouchure; l'ordre inverse a lieu pour les mollusques de mer profonde, ils

(1) M. C. Prévost, note sur le terr. nummulitique de la Sicile, *Bulletin de la Société géol.*

sont plus rares dans les formations de rivages et prédominants dans les formations pélagiennes.

2° A mesure que les terrains s'accumulent et que, par suite, les bassins deviennent moins profonds, on voit d'abord les espèces croître en nombre et former des associations plus complètes ; c'est ainsi qu'avec les terrains secondaires apparaissent les grandes masses de polypiers, qui fournissaient des abris et probablement une pâture abondante aux grands mollusques, de la famille des ammonites, des nautiles, des bélemnites, etc. Tous ces animaux vivaient dans de vastes mers, comme le prouve l'étendue des terrains qui les renferment ; la température y était donc beaucoup plus uniforme ; ils pouvaient donc s'y développer à l'aise et d'autant plus facilement que les poissons, en général, vivent peu dans les eaux profondes, qu'ils cherchent de préférence les côtes ou leur voisinage, et qu'ils ne venaient point, par conséquent, les troubler. Aussi trouve-t-on peu de poissons dans ces formations, tandis qu'ils se montrent beaucoup plus abondants dans les formations de rivages. On y trouve, au contraire, des traces de grandes reptiles aquatiques en certaines localités, dans lesquelles tout prouve que des fleuves venaient se perdre ; or, aujourd'hui encore, on voit dans les fleuves de l'Inde et de l'Amérique, des crocodiles s'avancer avec les eaux douces ou saumâtres à plus de deux cents lieues dans les mers.

3° Mais on ne doit point s'attendre à trouver dans toute la série de ces terrains des animaux terrestres, et on n'y en trouve point en effet. Ces animaux habitent les continents, puis les îles qui en sont voisines et qui en ont été évidemment séparées. Or, la vaste mer primitive, dans laquelle se sont déposés tous ces terrains primaires et secondaires, était parsemée d'îles primitives qui, pour la plupart, ne tenaient point aux continents ; elles produisaient une vigoureuse végétation, des insectes et des mollusques de rivages et probablement terrestres ; mais elles n'avaient point encore de quadrupèdes pilifères. Ceux-ci étaient confinés dans les continents lointains de l'Asie, etc. Ils ne pouvaient donc être apportés dans les terrains secondaires.

Ce qui confirme, pour le dire en passant, la thèse de Linné que les animaux terrestres ont été créés dans un seul centre,

le *pitechus antiquus* était intermédiaire aux gibbons et aux semopithèques ou colobes d'Afrique, comme les *erinaceus soricinoïdes et arvernensis* formaient des nuances entre la musaraigne et le hérisson; la dernière espèce était surtout très-voisine du hérisson.

Pour éviter les répétitions, nous renvoyons à notre Xe leçon, où nous avons résumé amplement les preuves que tous les genres et les espèces fossiles, depuis les singes jusqu'aux cochons inclusivement, ou bien vivent encore, ou bien viennent s'intercaler dans les genres vivants, et cela fondé sur les démonstrations rigoureuses de la grande ostéographie de M. de Blainville, qui a résumé et jugé, les pièces en main, tous les travaux qui l'ont précédé.

Cependant nous rappellerons que toutes les espèces fossiles viennent établir des passages entre les espèces vivantes ou lier les genres entre eux. C'est ainsi que les felis cultridens et surtout quadridentata établissent le passage vers les chiens.

Les pachydermes etablissent le passage des carnassiers aux herbivores ruminants. Cet ordre ne compte pas plus de vingt espèces vivantes, réparties en sept genres, y compris les éléphants, tandis qu'il possède plus de vingt genres fossiles qui comblent les lacunes et forment de nouveaux chaînons pour relier entre elles les espèces vivantes. Après le *mastodonte* et le *tetracaulodon*, deux nouveaux sous-genres de l'éléphant et plus aquatiques encore que lui, vient le *dinotherium*, plus lamentin que le tetracaulodon, et formant le passage entre ces deux genres. Le dinotherium a été trouvé en France, en Allemagne, en Podolie, en Crimée. Les sables d'Eppelsheim, en Allemagne, ont fourni la tête de l'espèce *dinotherium giganteum* parfaitement bien conservée; elle a plus d'un mètre tant en longueur qu'en largeur. L'étude qu'en a faite M. de Blainville l'a pleinement confirmé dans l'idée que cet animal a constitué un genre de la famille des lamentins ou gravigrades aquatiques, devant être placé à la tête de ce grand genre, précédant le dugong et par conséquent précédé par le tetracaulodon qui doit terminer la famille des éléphants. Ces trois premiers genres fossiles étaient munis d'une trompe comme l'éléphant.

Le *metaxitherium*, cétacé herbivore de la famille des dugongs,

est encore un chaînon de plus, servant à lier le lamentin au dugong. Il est aussi voisin du dugong qu'un genre peut l'être d'un autre. L'histoire de sa reconstruction faite par M. Jules Christol et vérifiée par M. de Blainville, offre ces particularités curieuses : il a 1° le crâne rapporté par Cuvier au lamentin; 2° les molaires supérieures rapportées par Cuvier à l'*hippopotamus dubius ;* 3° les molaires inférieures rapportées par Cuvier à l'*hippopotamus dubius ;* 4° l'humérus rapporté par Cuvier à deux phoques; 5° l'avant-bras rapporté par Cuvier au lamentin; 6° et peut-être enfin une côte et une vertèbre rapportées par Cuvier au lamentin, puis au morse.

Ces erreurs paléontologiques qui ont servi de base aux créations fantastiques que l'on a tant prônées et par lesquelles on prétendait prouver plusieurs créations successives, se sont rencontrées un grand nombre d'autres fois, sous les pas des observateurs sérieux , au point qu'il n'est peut-être pas un seul animal fossile dont on n'ait fait des genres et des espèces d'une autre création, même lorsque la plupart de ces espèces se sont trouvées encore vivantes. Ces erreurs nombreuses, aujourd'hui démontrées, nous obligent à protester avec M. de Blainville, dans l'intérêt de la science et de la vérité, contre certaines assertions que répètent et que voudraient maintenir quelques disciples trop zélés des théories de Cuvier. Il est de plus en plus évident qu'une seule partie du squelette, même choisie, ne peut servir à le reconstruire tout entier ; que le système dentaire n'est point en concordance nécessaire avec le système digital, ni avec quelqu'autre partie quelconque du squelette ; qu'une seule dent ne peut suffire pour établir le genre, etc. Lorsque Georges Cuvier publia sa théorie, M. C. Prévost lui reprocha d'engager la science dans une fausse direction ; aujourd'hui, M. de Blainville ayant repris en sous-œuvre tous ses travaux paléontologiques, démontre que Cuvier a manqué de principes pour déterminer les espèces ; bien d'autres erreurs, analogues aux précédentes, le prouvent.

Quoi qu'il en soit, dans la division des pachydermes onguligrades le *lophiodon* passait au *palæotherium* par deux espèces, et le *palæotherium* avait les incisives et les canines du tapir avec les mâchelières et les trois doigts à chaque pied du rhinocéros.

Ces deux genres comprennent chacun douze espèces connues. D'après M. Kaupp, l'*hippotherium* relie le palæotherium et le cheval. L'*oplotherium* et l'*anoplotherium*, deux genres très-voisins, paraissent opérer une transition des pachydermes aux ruminants, c'est-à-dire au chameau.

Tous les genres fossiles que nous venons de passer en revue paraissent avoir appartenu exclusivement à la France et à quelques autres parties de l'Europe', à l'exception des mastodontes qui se sont rencontrés dans presque tous les pays. Les espèces qui suivent ne se sont rencontrées que dans les cavernes à ossements d'Amérique et n'ont de rapport qu'avec les espèces vivantes de ce continent. Ainsi, les *coclodons*, les *hoplophorus* et les *chlamydotheriums* se placent près de la famille des paresseux avec laquelle ils présentent de très-grandes affinités. Le *megatherium*, animal de dix pieds de long sur huit de haut, était un tatou géant, mais il forme une nouvelle division dans le genre tatou. Il avait la tête et l'épaule d'un paresseux; ses jambes et ses pieds offraient un singulier mélange des caractères propres aux tatous et aux fourmiliers; il avait une carapace comme le tatou.

Enfin, le *megalonix*, semblable au *megatherium* par la taille et par la tête, formait, près du megatherium, un genre à part et passant aux fourmiliers. Ce type était intermédiaire aux fourmiliers sans dents du nouveau continent, et aux fourmiliers dentés de l'ancien aussi bien qu'au megatherium.

Tous les ordres actuellement vivants dans la grande classe des mammifères, toutes les familles, presque tous les genres sont représentés dans les couches du sol, par un nombre d'espèces plus ou moins considérable, et très-souvent même, comme l'indique le tableau, par des espèces qui sont à la fois fossiles et vivantes; telles sont quatre chauves-souris, la taupe d'Europe, quatre musaraignes, le hérisson d'Europe, quatre ours, le blaireau, la plupart des martres, plusieurs felis, le renard, le loup, le chien, le chacal, etc., etc., dont l'identité à l'état de vie et à l'état fossile a été démontrée par M. de Blainville. Il y a beaucoup de genres éteints, mais leurs espèces occupent le même gisement que celles des genres encore vivants; elles sont associées dans les mêmes carrières

aux débris d'espèces qui se retrouvent encore aujourd'hui parmi les êtres vivants ; les espèces perdues ont donc été contemporaines des espèces vivantes, elles ont habité le même sol, le même pays, elles ont fait partie du même monde, de la même création : aussi viennent-elles combler les lacunes dans la série animale actuelle, et appartiennent-elles à ses ordres, à ses familles, à ses genres.

II[e] CLASSE, OISEAUX.

Les oiseaux forment une famille si naturelle, qu'il est bien difficile de les distinguer à l'état fossile, si l'on ne possède le bec, le sternum et les pattes entières. Cependant nous en avons en cet état plus de vingt genres qui, pour la plupart, semblent être identiques ou du moins analogues aux genres actuels. Les caractères des individus fossiles indiquent que ces oiseaux avaient les mêmes habitudes que les nôtres ; que les uns vivaient sur les arbres, d'autres sur le bord des eaux, etc. ; la classe des oiseaux a laissé des traces beaucoup plus tôt que celle des mammifères, et nous en avons donné les raisons. On rencontre ces traces dès les grès inférieurs ; cette classe est représentée dans les sables wealdiens par quelques échassiers ; dans les gypses tertiaires, par des passereaux et neuf autres espèces, tant rapaces que gallinacées ou palmipèdes, et dans les cavernes et les brèches, par des espèces de toutes familles. Ces fossiles appartiennent donc au même système et aux mêmes types de création que les espèces vivantes.

III[e] CLASSE, REPTILES.

	Classes.	*Ordres.*
II.	Oiseaux viv. et foss.	
III.	I *s-cl.* Ptérodactyles	fos.
	II *s-cl.* Reptiles ou scutifères	I tortues viv. et fos. II plesiosaures fos. III emidosauriens ou crocodiles viv. et fos. IV sauriens ou lézards viv. et fos. ophidiens ou serpents viv. et fos.
IV.	Amphibiens ou nudipellifères	I batraciens viv. et fos. II pseudosauriens (salamandres) viv. et fos. III pseudophidiens (lépidosirène).
V.	I *s-cl.* Ichthyosauriens	fos.
	Poissons.	

Les reptiles avec les amphibiens sont partagés en plusieurs ordres qui tous viennent se placer entre les oiseaux et les poissons et forment, dans la série animale, une sorte de groupe

de transition. Or, l'on a trouvé dans la faune fossile des espèces appartenant à tous les genres de ces ordres et dont quelques-unes sont encore vivantes; des genres éteints qui viennent s'encadrer dans les lacunes des types et y former de nouvelles divisions; et enfin, des ordres nouveaux et des sous-classes nouvelles qui rapprochent les ordres et les classes vivantes, en remplissant les vides qui les séparaient.

Il est très-remarquable que ce n'est que dans cette partie de la série animale que la paléontologie a apporté à la série encore vivante de nouveaux ordres et de nouvelles sous-classes. Ce fait est à lui seul une démonstration de notre conception géologique. En effet, ces ordres et ces classes nouvelles de grands reptiles, vivaient, comme leurs analogues, dans les grands fleuves; or, aucun de ces animaux ne peut émigrer d'un fleuve dans un autre, ni à travers les mers, ni à travers les terres; ils ne peuvent vivre que dans les eaux douces ou saumâtres; la conformation des membres d'un grand nombre prouve qu'ils ne pouvaient même se mouvoir que dans les eaux. Aussi les trouve-t-on, dès les premiers terrains, partout où se montrent les traces de grands cours d'eau. Mais dès que ces grands fleuves furent comblés, taris ou envahis, ces animaux n'ayant plus les conditions de leur existence, ne pouvant ni changer de milieux, ni émigrer, périrent nécessairement jusqu'aux derniers; ce ne fut pas par des révolutions et des catastrophes, mais évidemment par les causes naturelles que nous venons d'indiquer. Avec eux disparurent les mammifères ichneumons du genre viverra, dont nous retrouvons aussi les débris dans les mêmes contrées, et qui vivaient à leurs dépens, comme les ichneumons vivants existent encore actuellement aux dépens des crocodiles du Nil, etc. Nouvelle confirmation de l'influence de la loi harmonique d'association sur les êtres.

Ainsi il a existé autrefois entre les oiseaux et les reptiles proprement dits, une sous-classe d'animaux qui ne sont connus que par leurs squelettes, conservés à de grandes profondeurs dans les couches de la terre, et auxquels on a donné le nom de *ptérodactyles ;* c'étaient des espèces de reptiles en partie nageurs et pouvant aussi se mouvoir à terre; ils avaient un long cou comme les oiseaux, un large bec et des dents comme les reptiles; ils vivaient probablement de poissons, ou peut-être de végé-

taux. Les ptérodactyles ont été trouvés en Écosse et en Bavière, depuis la partie inférieure du calcaire de montagne jusqu'à l'oolithe moyenne où ils abondent; on n'en connaît encore que huit ou neuf espèces.

Après ces animaux qui rattachent la classe des oiseaux au groupe des reptiles, nous avons l'ordre fossile des plésiosaures qui apparente les tortues aux crocodiles. Les extrémités du plésiosaure étaient de véritables nageoires, semblables à celles des cétacés; son cou, terminé par une petite tête, était d'une longueur demesurée et se composait de quatre-vingt-huit vertèbres au moins; il avait le corps très-large et un peu orbiculaire comme les tortues ; sa queue était disposée pour la natation comme chez les crocodiles. On en distingue cinq ou six espèces, quelques-unes n'avaient pas moins de vingt pieds de long. Les plésiosaures sont très-nombreux dans le muschelkalke, et ils remontent jusqu'à la craie inférieure.

La classe des reptiles avait perdu le chaînon qui la rattache aux oiseaux, ce sont les ptérodactyles ; elle n'avait pas son dernier chaînon encore, celui qui relie les reptiles et les amphibiens aux poissons ; elle les a retrouvés. Deux genres d'animaux dont un vivant, le lépidosirène, et l'autre fossile, l'*ichthyosaure*, forment le passage des amphibiens à la classe des poissons, et établissent probablement une sous-classe à la tête de ces derniers.

Le lépidosirène, récemment découvert, a la peau nue, comme les amphibiens, mais dans son derme se trouve enveloppée une sorte d'écaille qui le défend. C'est un dernier amphibien et non pas un premier poisson.

L'*ichthyosaure*, à l'aspect du lézard, aux membres moitié amphibiens, moitié poissons, aux vertèbres de poisson, aux branchies de sirène, aux organes des sens plus rapprochés des poissons, etc., était intermédiaire aux poissons et aux amphibiens, mais plus rapproché des premiers. Il ne pouvait vivre qu'au sein des eaux. Il s'en est rencontré à la hauteur de la craie tuffau, ainsi que dans le muschelkalke. Il est très-abondant dans les couches du lias qui semble avoir été son tombeau. On en connaît cinq ou six espèces ; elles variaient de cinq à quinze pieds; cependant, des débris du lias de lime regis indiquent un individu de vingt-quatre pieds de long.

L'organisation et le gisement des grands reptiles fossiles prouvent qu'ils vivaient vers l'embouchure de grands fleuves; et de plus leur taille gigantesque suppose évidemment des cours d'eau incomparablement plus vastes que nos courants actuels ; et ainsi dès que ces cours d'eau ont diminué, sans même se tarir, de tels géants ont dû nécessairement périr, tandis que des animaux de plus petite taille ont pu se conserver dans les mêmes circonstances. Ces faits prouvent donc de plus en plus notre conception géologique.

Nous n'avons rien dit en particulier des ordres de reptiles vivants ; ils comprennent une très-grande quantité d'espèces fossiles, surtout l'ordre des crocodiles et des sauriens.

Parmi les crocodiles fossiles, deux au moins sont identiques, sans même former de variétés avec le *crocodile biporcatus* et le *leptorinchus gangeticus*, qui habitent encore aujourd'hui en nombre incalculable les rivières de l'Inde.

Les sauriens fossiles n'ont pas encore été étudiés convenablement, et leur place respective dans leur ordre est encore incertaine. Plusieurs atteignent des proportions gigantesques et pouvaient être aussi volumineux que des baleines. La tête du *mosasaurus* ou *lacerta gigantea* avait près de quatre pieds : les monitors et les iguanes vivants et connus ne l'ont pas longue de plus de cinq pouces. La longueur totale de l'espèce perdue était de vingt-quatre pieds trois pouces, environ. L'*iguanodon Mantellii*, autre espèce de la craie inférieure et du weald, pouvait avoir soixante-dix pieds de long ; mais le basilo-saurus ou roi des sauriens (*zeuglodon*, Owen), surpassait tous les autres par son énorme taille : les rangées de ses vertèbres, dans un échantillon, s'étendaient sur une longueur de plus de cent pieds anglais et de cent cinquante pieds dans l'échantillon des bords de Washita. Il est vrai que, d'après la structure de ses dents, M. Owen le rapproche des cétacés herbivores; mais ce jugement n'a pas encore été contrôlé, que nous sachions.

Une grande partie des salamandres fossiles ressemblent à celles qui vivent encore aujourd'hui.

Ainsi, les reptiles fossiles étudiés dans leurs rapports avec les reptiles vivants, nous présentent encore les mêmes faits que les oiseaux et les mammifères ; tous les types vivants sont représentés avec leurs divisions jusqu'aux genres, et quelques

fois même jusqu'aux espèces ; et les genres éteints forment naturellement de nouvelles sous-divisions ou de nouvelles sous-classes qui s'intercalent dans les vides de la série actuelle des reptiles, depuis les oiseaux jusqu'aux poissons.

Ve CLASSE. — POISSONS.

On connaît aujourd'hui environ 8000 espèces de poissons, les unes d'eau douce, les autres marines, quoique plusieurs puissent vivre indistinctement dans l'eau douce comme dans l'eau salée ; et il n'y a point de caractères précis qui indiquent le séjour des espèces. Toutes les espèces se rapportent à trois grands groupes d'organisation nettement caractérisés, et forment trois sous-classes : les poissons *osseux*, *subosseux* et *cartilagineux*(1).

Mais les fossiles ne nous ayant souvent transmis que leurs écailles, M. Agassiz a imaginé de distinguer généralement les poissons par la disposition et la forme de leurs écailles. D'après cette méthode ingénieuse, mais qui rompt les affinités naturelles, l'auteur des *Recherches sur les poissons fossiles*, divise toute cette classe d'animaux en quatre grands ordres : les *cycloïdes*, dont les écailles sont formées de lames simples et à bords lisses, comme le goujon, la tanche ; les *cténoïdes* à écailles en lames pectinées, comme les perches ; les *ganoïdes*, qui ont des écailles de forme anguleuse, rhomboïdale ou polygonale, formées de lames osseuses ou cornées, recouvertes d'émail, comme l'esturgeon, le lépisostée ; et les *placoïdes*, dont les écailles sont représentées par celles des squales et des raies. Or, toutes ces divisions existent parmi les espèces fossiles ; on y revoit ces quatre sortes d'écailles, on y retrouve des poissons *osseux, subosseux* et *cartilagineux* ; on y reconnaît des espèces marines et des espèces d'eau douce. Ainsi mêmes grands types, même structure et même forme de téguments, même répartition générale.

Les espèces des terrains soit récents, soit anciens, avaient les mêmes habitudes que celles qui vivent dans nos eaux ; les *cyprins* des dépôts tertiaires étaient omnivores comme les cyprins vivants ; leurs *perches*, leurs *brochets*, leurs *anguilles*, etc., à en juger par l'appareil dentaire, n'étaient pas moins voraces

(1) Voir Leçon XXII, t. I.

que leurs représentants de l'époque actuelle; et les *sauroïdes* du système carbonifère ne le cédaient pas non plus à cet égard aux *polypterus* du Nil et du Sénégal, ni aux *lepisostées* d'Amérique qui se rapportent à la même famille.

Sur 1000 espèces environ de poissons fossiles, M. Agassiz en a déterminé jusqu'à ce jour 638, qu'il distribue en 167 genres. Ils se rapportent à tous les points de la série ichthyologique, souvent à des genres vivants et déjà classés, plus souvent encore à des genres nouveaux, remplissant des vides dans la série et formant des passages, soit entre eux-mêmes, soit entre des genres également fossiles et d'autres qui existent encore, soit entre deux genres vivants.

La famille des sparoïdes offre un exemple de ces passages; les *sparnodus* fossiles forment une petite tribu intermédiaire entre deux tribus vivantes, celle des dentés de Cuvier et celle de ses spares proprement dits. Le genre *sparnodus*, dit Agassiz, tient à ces deux groupes par ses différents caractères, sans pouvoir être rangé ni dans l'un ni dans l'autre.

Des deux familles suivantes, celle des percoïdes et celle des sauroïdes, la première, qui comprend 75 genres vivants, n'en compte que 8 dont toutes les espèces soient fossiles; et la seconde, qui comprend 21 genres fossiles, ne possède plus que 2 genres vivants, les *lepidosteus* et les *polypterus* (Geof.). M. Agassiz fait rentrer dans son ordre des placoïdes plusieurs familles vivantes, les pétromyzontes, les chimères, les squales, les raies et les cyclostomes. Il sous-divise les squales en trois groupes d'après le système dentaire, les *cestraciontes*, les *hybodontes* et les *squalides*. Les hybodontes sont tous fossiles, et les cestraciontes, embrassant plus de dix genres éteints, ne comptent plus à l'état de vie que le genre cestracionte dont on ne connaît même encore qu'une seule espèce, le squale du port Jackson, qui vit dans les parages de la Nouvelle-Hollande.

Ainsi la loi générale de prévision démontrée pour les classes précédentes, l'est également pour les poissons : les types génériques qui paraissent isolés de nos jours, sont représentés par de nombreux genres analogues dans les couches du sol, tandis que ceux qui prévalent dans l'époque actuelle, ont peu de représentants parmi les fossiles. Sur d'autres points il y a des familles entièrement éteintes, mais elles rentrent dans

les grandes divisions de la classe, et rapprochent entre elles des familles vivantes, tant il est vrai que les êtres vivants ne forment qu'une même série avec les êtres fossiles.

On a parlé des fortes proportions de certaines espèces fossiles; on a cité dans la famille des lépidoïdes (Ag.), le *lepidotus Mantellii*, du Weald, présentant quelquefois de dix à douze pieds de long sur quatre de large. Mais n'avons-nous pas, parmi les poissons vivants, notre grand esturgeon (accipenser huso) qui atteint souvent de 12 à 15 pieds de long et plus de 1200 livres de poids? On en a vu qui pesaient près de 3000 livres.

C'est ainsi que tous les faits concourent à démontrer l'unité de système dans la création pour cette classe d'animaux comme pour les autres. On ne voit point d'interruption, de différence tranchée en passant d'un type à un autre; les espèces fossiles viennent se placer dans les mêmes familles naturelles, ou forment des familles nouvelles appartenant aux mêmes coupes; elles complétent des genres vivants, ou bien les espèces vivantes complètent des genres dont les espèces pour la plupart étaient inconnues comme fossiles; de sorte que les rapports des êtres de cette classe, au lieu de se rompre par ces additions, ces insertions, s'éclairent réciproquement en se multipliant, et tendent à rendre la classification naturelle plus suivie, plus nette et plus évidente.

Arrivés à la fin du grand type d'organisation animale, compris sous le nom d'ostéozoaires (vertébrés), nous pouvons donc conclure que tous ces animaux ont été créés en même temps, puisque tous appartiennent à un seul et même plan, et qu'on les rencontre tous associés dans les mêmes circonstances, les espèces gigantesques avec les plus petites. Seulement, ce sont, en général, les espèces les plus grandes qui ont disparu, tandis que les petites espèces qui ont vécu avec elles, puisqu'on les trouve fossiles dans les mêmes circonstances, ont échappé à la destruction et vivent pour la plupart encore. C'est évidemment que ces grandes espèces avaient besoin de circonstances plus particulières que les petites; il leur fallait de grands cours d'eau, de vastes solitudes, abondantes en nourriture, le travail destructeur de la superficie du globe a en partie comblé les grands cours d'eau, rétréci les mers; l'homme s'est emparé des solitudes et des vallées, il a troublé le repos des fleuves et même

celui des mers; les espèces gigantesques ainsi traquées par ces causes diverses n'ont pu échapper, tandis que celles de petite taille ont pu tout aussi bien vivre dans de petits fleuves, dans des lieux et des mers moins solitaires, il leur fallait moins de place et moins de nourriture; aussi ont-elles persévéré plus longtemps et vivent-elles encore pour la plupart, bien que plus l'homme se multiplie à la surface du globe, plus elles deviennent rares et tendent à disparaître, surtout quand elles ne lui sont pas physiquement utiles.

II[e] TYPE.— *Entomozoaires ou articulés extérieurement.*

Nous passons au *type* des entomozoaires ou articulés extérieurement, que nous ne considérerons toutefois, comme les précédents, que dans ses groupes paléontologiques. Nous présentons dans un tableau la distribution des insectes et des arachnides dans les différentes couches du sol; ce tableau sera à lui seul une réfutation des créations successives :

Terrains.	3[es].														2[es].					1[re].	
II[e] TYPE. ENTOMOZOAIRES. I[re] classe. — Hexapodes. *Ordres.*	Terrains contemporains.	Diluvium.	Lignites d'holzminder.	Gypse d'Aix.	Calcaire de Ménat.	Calcaire de Narbonne.	Calcaire grossier.	Lignites de Gluksbrun.	Lignites d'Uznach.	Lignites de Bonn.	Marnes d'OEningen.	Molasse de Rochesalve.	Molasse de Radboy.	Succin.	Schistes de Glaris.	Craie de Rouen.	Colithe moyenne.	Oolithe inférieure.	Houillères anciennes.	Terrain de transition.	Totaux des espèces de chaque ordre.
Coléoptères.....	2	3	3	61	»	»	»	4	2	19	5	»	»	20	1	2	7	3	3	1	136
Orthoptères.....	»	»	»	12	»	»	»	»	»	2	1	»	1	16	»	»	3	»	1	»	36
Hémiptères......	»	»	»	34	»	»	»	»	»	2	5	»	»	5	1	»	1	»	»	»	48
Lepidoptères....	»	»	»	7	»	»	»	»	»	»	3	»	»	1	»	»	4	»	»	1	16
Névroptères.....	»	»	»	5	1	»	1	»	»	»	6	1	»	14	»	»	8	»	1	»	37
Hyménoptères...	»	»	»	15	»	»	»	»	»	»	3	1	1	12	»	»	2	»	»	»	34
Diptères........	»	»	»	37	»	2	»	»	»	»	»	»	2	5	»	»	»	»	»	»	46
Aptères.........	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	»	»	»	»	»	»	4
II[e] classe.— Octopodes. Arachnides......	»	»	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9	»	»	2	1	3	»	18
TOTAUX....	2	3	3	174	1	2	1	4	2	23	23	2	4	83	2	2	27	4	8	2	Totaux 372

Total général des espèces. 372.

Tous les insectes fossiles connus ne sont pas dans ce tableau; la collection de M. Behrendt de Dantzig, presque toute recueillie dans le succin, renferme 600 espèces d'insectes; celle de M. Ratke, du même pays, en contient 171; ce qui donne entre ces deux collections 771 espèces d'insectes, presque toutes du succin. Dans le tableau précédent 83 espèces appartiennent aussi au succin, elles sont probablement comprises dans la collection de M. Behrendt; si nous les retranchons du tableau, nous y aurons encore 289 espèces, tant insectes qu'arachnides; et si nous ajoutons ce dernier nombre aux 771 espèces, réunies par MM. Behrendt et Ratke, nous trouverons que les hexapodes et les octopodes sont représentés à l'état fossile par 1060 espèces connues environ.

Les terrains de tous les âges ont montré des hexapodes et des octopodes. On a cité des ailes de scarabés et de papillons sur les ardoises primaires, des charençons, des orthoptères, des corydales, des scorpions, des araignées dans les houillères anciennes. Mais ces dépôts en contiennent peu, et les gisements les plus intéressants pour le nombre et la variété des espèces appartiennent à la partie moyenne des terrains secondaires et aux terrains tertiaires. Les mieux connus et les plus célèbres sont le calcaire lithographique de Solenhofen, en Bavière, le succin des lignites de Prusse et de Poméranie, les marnes d'Œningen, les lignites du Rhin inférieur, près de Bonn et de Cologne, et les marnes gypseuses d'Aix en Provence.

Les insectes des terrains schisteux de Glaris ne sont que des empreintes accompagnées d'empreintes de poissons. Le terrain carbonifère présente des débris d'insectes et d'arachnides (scorpion) avec des trilobites.

Les insectes des marnes d'Aix sont remarquables par leur conservation, les couleurs en sont assez apparentes pour indiquer encore le dessin des ailes et la disposition des taches. Ils ont la plus grande analogie avec les espèces vivantes du même pays, auxquelles même ils semblent identiques. Il paraît cependant que les marnes d'Aix, comme les lignites de Bonn, offrent un certain nombre de genres qui ne se retrouvent plus que dans les zones intertropicales. D'ailleurs les insectes d'Aix appartiennent à tous les ordres et à presque toutes les familles

qui vivent encore aujourd'hui dans le midi de la France.

Ceux d'Œningen offrent aussi les formes caractéristiques de nos genres européens. Ils sont même très-voisins des espèces vivantes de cette partie du monde, particularité qui leur est commune avec les insectes d'Aix dont ils diffèrent néanmoins par l'espèce.

Les insectes enveloppés dans le succin n'ont rien qui contraste avec ceux de nos contrées: à quelques exceptions près, tous les genres sont encore en Europe ; mais leurs espèces paraissent avoir disparu au moins dans le climat boréal ; comme les végétaux de l'ambre, ces insectes indiquent un climat chaud. Cependant l'on trouve encore en Europe des *trombidium aquaticum*, des *phalangium opilio* et *cancroïdes*, etc., qui ont été regardés comme identiques à des fossiles de l'ambre.

Toutes les espèces du calcaire lithographique de Solenhofen fournissent encore des genres à la même contrée, si ce n'est parmi les arachnides, le genre galéode qui lui paraît étranger, et ne se montre plus que dans les parties méridionales et orientales de l'Europe, comme la Grèce en particulier.

Les insectes du terrain houiller paraissent se rapprocher en général des espèces des climats les plus chauds de la terre ; ce qui vient confirmer ce que nous avons dit, sur les circonstances dans lesquelles s'est formée la houille ; c'est-à-dire, dans des îles à température uniformément élevée, à cause de l'entourage d'une vaste mer.

Tous les insectes fossiles se rapportent donc aux mêmes ordres, aux mêmes familles et pour la plupart aux mêmes genres que les insectes vivants, et il est remarquable qu'ils se rapportent surtout à ceux qui vivent encore dans le pays où on les rencontre fossiles. Les genres éteints ont aussi la plus grande analogie avec les genres vivants ; il n'existe d'exception que pour une espèce de scorpion provenu du terrain houiller de Bohême, dont M. Stemberg a fait un genre particulier sous le nom de cyclophthalmus, à cause de la disposition de ses yeux en cercle. C'est peut-être le seul articulé qui présente des différences assez considérables avec les genres actuellement vivants. Encore la considération du nombre et de la disposition des yeux n'est-elle nullement un caractère générique, pas

plus pour les scorpions que pour aucune partie de la série animale.

C'est une remarque importante à faire que, sauf une ou deux, on ne voit entre les formes génériques des espèces d'insectes vivantes et celles des espèces fossiles, ni contraste, ni différence frappante, au point qu'on a manqué de caractères pour établir des genres nouveaux. D'où l'on peut conclure que les hexapodes et les octopodes vivants nous offrent toutes les mêmes formes qui existaient à l'origine. On peut en dire autant des crustacés décapodes. Or, on trouve ces animaux dans tous les terrains avec tous les animaux perdus, supposés les plus anciens. Voilà donc trois grandes classes des plus nombreuses en espèces, qui, dans les systèmes des créations successives ou antérieures à la nôtre, auraient échappé à toutes les destructions, ou auraient fait partie de toutes les créations. La thèse n'est pas soutenable. Les insectes fossiles prouvent donc, à eux seuls, l'unité de la création.

Mais cette unité sera, s'il est possible, plus fortement prouvée encore, si l'on considère que les insectes sont de tous les animaux ceux qui subissent le plus facilement les variations spécifiques sous l'influence du climat et de la nourriture, et que, par conséquent, la plupart des espèces fossiles pourraient bien n'être que des variétés des espèces vivantes, comme tout porte à le croire, aussi bien les caractères insuffisants dont on s'est servi pour établir les espèces fossiles, que le petit nombre de lacunes véritables dans les espèces de la série vivante.

III. — CRUSTACÉS. — Décapodes, etc.

Parmi les crustacés, les plus abondants et les plus célèbres, à l'état fossile, sont les trilobites. Selon toute apparence, ces animaux devaient appartenir à la grande division des branchiopodes, et ils semblent établir un passage entre ces derniers et les isopodes. Ils ressemblent beaucoup aux *séroles* d'une part et aux *apus* de l'autre; chez plusieurs trilobites on remarque sur la face supérieure des turbercules qui ressemblent extrêmement aux yeux réniformes des apus, et chez d'autres il existe à la même place deux yeux réticulés qui par leur dis-

position rappellent exactement ceux des séroles et de quelques autres isopodes. La division du thorax en trois lobes qui leur a valu le nom de trilobites est une disposition analogue à celle d'un grand nombre d'isopodes. On n'est pas encore parvenu à découvrir des traces bien certaines de pattes chez aucun trilobite, et tout porte à croire que ces appendices étaient membraneux et lamelleux, comme chez les apus; car sans cela il serait difficile de s'expliquer leur destruction, si constante et si complète. Plusieurs espèces avaient la faculté de se replier en boules comme les sphéromes de nos mers.

C'est donc sans raison qu'on a cru voir dans ces animaux des formes insolites et étrangères aux êtres qui vivent actuellement. L'espèce du genre *brongnartia* et celles des genres *trinucleus* et *otarion* paraissent dépourvues d'yeux, mais l'absence de ces organes ou leur défaut d'apparence se remarque aussi quelquefois parmi nos crustacés vivants. Dans les pandariens, les espèces du genre *pandarus* n'offrent pas d'yeux bien distincts, et d'autres crustacés, comme les monocles, n'ont qu'un seul œil, ce qui n'est pas moins extraordinaire.

Les trilobites forment vingt genres, lesquels fournissent par leur réunion 134 espèces. Ces genres se rapprochent et se nuancent pour former un chaînon continu. Ainsi, le *trinucleus ungula* semble passer des trinucles ordinaires aux *ogygia*, et les ogygia aux *asaphus* ; l'*asaphus limulurus* paraît être intermédiaire entre l'*asaphus caudigère* et l'*asaphus longicaudatus*.

D'autre part, le genre *nileus* fait rentrer les trilobites ordinaires dans le plan général des autres crustacés, car ici l'on n'aperçoit aucune trace des deux sillons longitudinaux qui, en général, divisent les trilobites en trois lobes.

Les autres crustacés fossiles appartiennent à quarante-un genres environ; sur ce nombre, vingt-neuf sont encore vivants, et douze paraissent éteints. Plusieurs espèces fossiles sont très-voisines de leurs congénères vivantes; ainsi la doripe fossile de Risso diffère très-peu de la doripe quadridentée qui vit dans l'Océan indien ; la leucosia *subrhomboidalis* se rapproche singulièrement de la leucosie craniolaire de Fabricius, qui habite les côtes de l'Inde, et le gélasime luisant est très-voisin du gélasime

maracoani qui habite Cayenne. D'autres sont identiques à nos espèces vivantes : le *maia squinado* et le *pagurus Bernardus* vivent sur nos côtes et ils sont fossiles dans la presqu'île de Saint-Hospice près de Nice.

Quant aux genres éteints, ils se rapportent à tous les points de la série, où ils remplissent des lacunes et forment des anneaux intermédiaires. Dans le genre dromilite, l'espèce *dromilite Bucklandii* passe des dromies aux homoles. M. Milne Edwards considère comme intermédiaire entre les salicoques et les astaciens le genre *coleia*, établi sur une espèce fossile par Williams John Broderip ; les deux espèces *macrourites tripularius* et *palemon spinipède* lui paraissent devoir se rapporter à un même genre qui viendrait se placer entre les palémons et les pandales ; enfin, il regarde le fossile *macrourites fusiformis* comme devant probablement former le type d'un genre particulier intermédiairement aux sicyonies, aux palémons et aux hippolytes.

Des crustacés vivants, les uns sont marins et vivent en pleine mer ou près des rivages, les autres habitent les eaux douces, courantes ou stagnantes ; d'autres sont terrestres, comme les cloportides qui périssent si promptement par l'influence de la sécheresse. A l'exception des espèces terrestres, moins exposées que les autres à l'entraînement des courants, on retrouve toutes ces divisions parmi les crustacés fossiles.

Les portunes abondent dans le calcaire de Lisy ; ils en sont devenus le fossile caractéristique ; la réunion de ces individus en si grande quantité sur un même point, se reproduit encore dans la nature vivante pour les animaux analogues ; sur les côtes de l'océan de France la portune étrille qui sert de nourriture aux habitants pauvres, se trouve également en quantité remarquable. Les animaux de cette espèce se rassemblent en foule au commencement d'avril dans quelques criques tranquilles, abritées du vent du Nord, où les femelles déposent, en mai, dans la fange des rivages, leurs œufs au nombre de deux cent mille au moins pour chacune d'elles. Les crustacés se sont trouvés dans presque tous les terrains.

Le terrain carbonifère présente des trilobites avec des insectes et des arachnides ; les trilobites se retrouvent avec des reptiles dans le vieux grès rouge.

Des crustacés, des genres vivants, se montrent avec de nom-

breux reptiles dans les marnes irisées du trias. On rencontre des crustacés dans le lias encore avec des reptiles, et dans l'oolithe jurassique, les crustacés sont associés avec des insectes et des arachnides.

Les crustacés se représentent avec des reptiles et des mollusques d'eau douce dans la craie. Enfin, ils se retrouvent dans les terrains tertiaires.

Voici donc encore un grand groupe de la série animale, dont toutes les espèces vivantes ou fossiles appartiennent au même plan de création, et qui a existé dans tous les temps, depuis qu'il y a des êtres organisés sur la terre ; il nous amène donc aux mêmes conclusions que les classes précédentes, et ici la disparition des espèces perdues ne pourrait nullement s'expliquer par des révolutions aqueuses, qui n'ont d'ailleurs quelqu'ombre de vraisemblance que par la destruction des animaux terrestres. Or, nous avons vu qu'elles ne pouvaient pas davantage expliquer la disparition de ces derniers. Tout prouve donc de plus en plus l'unité de la création, et bien plus la simultanéité en ce qui concerne tous les animaux que nous avons étudiés jusqu'ici, puisqu'on les rencontre associés dans les mêmes circonstances et les mêmes gisements.

LEÇON XXIV.

IIIe TYPE. MALACOZOAIRES OU MOLLUSQUES.

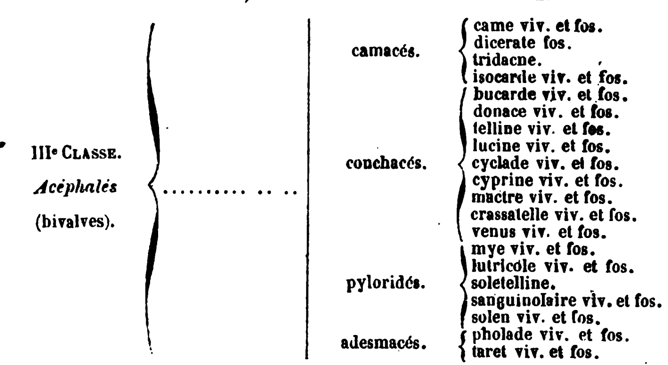
De toutes les parties de la faune fossile, celle-ci est peut-être la plus intéressante à notre point de vue. Les vertébrés sont rares dans les terrains, et ils diminuent en général, comme cela devait être , à mesure que l'on descend vers les couches inférieures du sol. D'ailleurs, leur détermination est souvent difficile, parce qu'ils ne nous ont laissé, le plus ordinairement, que des parties de leurs squelettes ou de leurs téguments. La fossilisation des plantes n'est aussi qu'un phénomène exceptionnel : il a fallu des circonstances favorables à leur conservation, et de nombreux dépôts n'en contiennent aucuns débris. Mais la nature calcaire des coquilles, le milieu où elles vivent,

ont presque nécessité leur abondance à tous les étages du sol et dans presque toutes les couches qui le composent ; on en compterait déjà plus de six mille espèces, s'il fallait accepter toutes celles qu'ont indiquées les paléontologistes. Le seul bassin tertiaire de Paris en a fourni plus de 1,200. Les valves d'une foule de mollusques, tels que les gryphées, les huîtres, les peignes, les cérites, etc., ont pu, en se fossilisant, résister à presque toutes les causes de dissolution et de destruction ; et, si nous exceptons les mollusques nus qui n'ont point de coquilles, il est probable que l'on a recouvré la plupart des genres éteints, et le plus grand nombre des espèces perdues de ces genres et des genres encore existants. D'autre part, la coquille d'un mollusque traduit ses organes de respiration et par suite, en partie, son degré d'élévation dans la série ; elle peut, dès-lors, fournir d'assez bons caractères spécifiques, pourvu qu'elle soit suffisamment intègre dans les parties caractéristiques. Or, s'il est vrai que les fossiles appartiennent au même plan général de création que les animaux vivants, n'est-il pas évident que la comparaison de tant d'espèces fossiles de mollusques entre elles et avec les vivantes, en rendant les déterminations plus faciles, en faisant mieux ressortir les limites des genres, des espèces, des variétés, en montrant plus nettement les passages, les liaisons, les affinités, l'enchaînement de cette série, doit naturellement ajouter aux déductions de la science une force et une vigueur particulières ? Eh bien ! nous retrouvons encore ici les mêmes faits. Les mollusques fossiles se rapportent à tous les points de la série malacologique ; presque tous les genres existants sont représentés dans les couches du globe ; un bon nombre d'espèces ont encore leurs analogues parfaits ou identiques dans la nature vivante, et tout le reste appartient à des genres éteints, qui se placent naturellement entre des genres vivants, qu'ils réunissent en formant des anneaux ou des chaînons continus.

Le tableau suivant résumera ce que nous pourrions exposer qu'avec des longueurs inutiles ; nous n'y mettrons même pas toutes les espèces mentionnées par les auteurs, parce qu'il faudrait un volume ; mais seulement les principales et les plus certaines.

- **IIIe TYPE. MALACOZOAIRES.** Ire CLASSE. *Céphalés.*
  - octobrachidés.
    - poulpe.
  - decabrachidés.
    - calmar.
      - calmar.
      - apicus fos.
      - sèche.
      - beloptère fos.
  - polibrachidés.
    - orthocères.
      - bélemnites fos.
      - conilites fos.
      - orthocères fos.
      - baculite fos.
    - lituacés.
      - lituite fos.
      - spirule.
      - hamite fos.
    - ammonacés.
      - discorbites fos.
      - scaphites fos.
      - goniatites fos.
      - cératites fos.
      - ammonites fos.
    - nautilacés.
      - orbulites fos.
      - nautiles viv. et fos.
- IIe CLASSE. *Céphalidés.*
  - Ier *ordre*, siphonobranches.
    - angiostome.
      - ovule viv. et fos.
      - porcelaine viv. et fos.
      - marginelle viv. et fos.
      - volute viv. et fos.
      - mitre viv. et fos.
      - ancillaire viv. et fos.
      - olive viv. et fos.
      - tarière viv. et fos.
      - cône viv. et fos.
      - colombelle viv. et fos.
      - strombe viv. et fos.
      - rostellaire viv. et fos.
    - siphonostone.
      - pleurotome viv. et fos.
      - fuseau viv. et fos.
      - fasciolaire viv. et fos.
      - turbinelle viv. et fos.
      - triton viv. et fos.
      - ranelle viv. et fos.
      - rocher viv. et fos.
    - cutomostomes.
      - cérite viv. et fos.
      - mélanopside viv. et fos.
      - vis viv. et fos.
      - buccin viv. et fos.
      - harpe viv. et fos.
      - tonne viv. et fos.
      - casque viv. et fos.
      - pourpre.
      - concholépas.
  - IIe *ordre*, asiphonobranches
    - hémicyclostome.
      - sigaret viv. et fos.
      - nérités
        - natices viv. et fos.
        - nérités viv. et fos.
    - gontostome.
      - cadran fos.
      - (*trochus*) toupie viv. et fos.
      - littorine viv. et fos.
  - IIe *s-classe*, bisexiés monoïques. IIIe *ordre*, duplicibranches.
    - cricostomes.
      - (*turbo*) toupie viv. et fos.
      - pleurotomaire fos.
      - dauphinule viv. et fos.
      - turritelle viv. et fos.
      - scalaire viv. et fos.
      - valvée viv. et fos.
      - cyclostome vix. et fos.
      - paludine viv. et fos.
    - ellipsostome.
      - mélanie viv. et fos.
      - rissoaire viv. et fos.
      - proto fos.
      - phasianelle viv. et fos.
      - ampullaire viv. et fos.
      - hélicine viv. et fos.

IIe CLASSE, *Céphalidés.*	IVe *ordre,* pulmobranches.	auriculacés.	auricule viv. et fos.	
			scarabe.	
			piétin.	
		limnacés.	planorbe viv. et fos.	
			ancyle.	
			physe.	
			limnés viv. et fos.	
		limacinés.	hélices viv. et fos.	
			limaces.	
	Ve *ordre,* monopleurobranches.	aplysiens.		
		aplisiacères.	bulle viv. et fos.	
			bullées viv. et fos.	
	VIe *ordre,* aporobranches.			
	VIIe *ordre,* dermatobranches.	nectopode.	firole.	
			carinaire.	
	VIIIe *ordre,* nucléobranches.	ptéropodes.	argonaute.	
			bellérophe fos.	
	cirrhobranches.		dentales viv. et fos.	
	cervicobranches.		fissurelle viv. et fos.	
			émarginule viv..et fos.	
			patelles viv. et fos.	
	scutibranches.		calyptrée viv. et fos.	
			crépidule.	
			cabochon viv. et fos.	
			hipponice viv. et fos.	
			lingule viv. et fos	
	brachiobranches.		térébratule viv. et fos.	camea fos.
				psittacea fos.
				lyra fos.
				gryphus fos.
			orbicules viv. et fos.	
			cranie viv. et fos.	
	agnostobranches.		calcéole fos.	
			hippurites	sphérulites fos.
				ophilites - ichthyo-sarcolites fos.
				hippurites fos.
IIIe CLASSE. *Acéphalés* (bivalves).	lamellibranches.	ostracés.	anomies viv. et fos.	
			placunes viv. et fos.	
			huîtres	angulata.
			gryphées	.... viv. et fos.
			podopside fos	
		subostracés.	spondyle viv. et fos.	
			plicatule viv. et fos.	
			hinnites fos.	
			peignes viv. et fos.	
			dianchore fos.	
			houlette.	
			plagiostome fos.	
			lime viv. et fos.	
		margaritacés.	perne viv. et fos.	
			crénatule fos.	
			gervilie fos.	
			inocérame fos.	
			catille fos.	
			pulvinites fos.	
			marteau viv. et fos.	
			vulselle viv et fos.	
			avicule viv. et fos.	
		mytilacés.	moule viv. et fos	
			modiole viv et fos.	
			lithodome viv et fos.	
			pinne viv et fos.	
			solemye viv et fos.	
		arcacés.	arche viv et fos.	
			petoncle viv. et fos.	
			nucule viv. et fos.	
			trigonie viv. et fos.	
		submytilacés.	anodonte.	
			mulette (unio viv. et fos.	
			cardite viv. et fos.	
			cypricarde viv. et fos.	



IIIe CLASSE. *Acéphalés* (bivalves).	camacés.	came viv. et fos.
		dicerate fos.
		tridacne.
		isocarde viv. et fos.
	conchacés.	bucarde viv. et fos.
		donace viv. et fos.
		telline viv. et fos.
		lucine viv. et fos.
		cyclade viv. et fos.
		cyprine viv. et fos.
		mactre viv. et fos.
		crassatelle viv. et fos.
		venus viv. et fos.
	pyloridés.	mye viv. et fos.
		lutricole viv. et fos.
		soletelline.
		sanguinolaire viv. et fos.
		solen viv. et fos.
	adesmacés.	pholade viv. et fos.
		taret viv. et fos.

Dans l'ordre des cephalopodes, le genre *apticus*, des terrains anciens, se place entre deux animaux vivants, le calmar et la sèche proprement dite ; et les trois espèces qu'il renferme forment des passages gradués de l'un à l'autre.

Le *béloptère* offre la singulière combinaison si peu prévue des naturalistes, de l'os de la sèche et de celui de la *bélemnite*, autre genre fossile. Les béloptères constituent un type particulier de mollusques, établissant le passage entre les sèches et les bélemnites, et montraut avec évidence les rapports qui unissent ces genres. On ne connaît encore que deux espèces de béloptères ; elles appartiennent aux couches tertiaires. Le grand genre des bélemnitidées d'Orbigny n'apparaît donc plus comme un type isolé, une forme inusitée, puisque nous le voyons se réunir aux sèches par l'intermédiaire des béloptères ; mais il s'en rapproche encore par d'autres caractères d'organisation. La coquille des bélemnites participant à la fois des caractères des sèches et de ceux des orthocères ou nautiles droits, l'animal devait offrir la combinaison des organes propres à chacune des familles auxquelles ces deux genres appartiennent. En effet, l'on a trouvé, dans la cavité antérieure de quelques bélemnites, l'empreinte d'un sac rempli d'une matière noire et tout-à-fait analogue à celui des sèches. On a cité un autre bélemnite du lias de lyme-regis avec la poche à encre propre à toutes les espèces du grand genre *sepia* de Linnée.

Les nautiles, proprement dits, sont de notre époque et de tous les temps passés, car ils sont de tous les terrains ; il en est de même chez d'autres familles des genres *terebratula*, *bifron-*

lie, pleurotomaire, avicule, peigne, cadran, etc.; ce seul fait n'indique-t-il pas bien clairement que les mollusques de tous les âges appartiennent à la même création que les mollusques vivants? Les clymènes ou nautiles, à cloisons sinueuses, font partie de la famille des nautilacés, où, d'après M. de Munster, ils forment un genre à part; or, les clymènes se rapprochent singulièrement des goniatites, de la famille des ammonées, et ces deux genres font le passage d'une famille à l'autre; il en est donc de cette nombreuse famille des ammonées, tout entières fossiles et comprenant plus de trois cents espèces, comme de celles des bélemnites; toutes deux se rattachent à des genres vivants et viennent combler des vides dans la même série.

Après elle, nous trouvons peu de genres éteints; mais beaucoup d'espèces fossiles de genres encore existants, forment des nuances et des transitions entre elles-mêmes ou avec des genres vivants. Nous ne nous arrêterons pas à toutes celles que nous avons signalées dans le tableau; la place qu'elles y occupent suffit pour démontrer le fait...

Les rapports des espèces fossiles avec les vivantes sont si intimes, que souvent elles obligent les conchyliologues à placer dans un même genre, des mollusques qui avaient d'abord été considérés comme devant former des genres différents et bien distincts. On avait transformé en genres les extrémités d'un même chaînon, d'une même série particulière, les espèces intermédiaires étant restées inconnues jusque là; mais une fois retrouvées et mises en place, on a vu qu'elles formaient des transitions insensibles d'un genre à l'autre, et qu'il devenait désormais impossible de découvrir entre eux une ligne de démarcation nette et tranchée.

C'est ce qui est arrivé pour les gryphées, les huîtres, les térébratules, et une foule d'autres mollusques, dont les valves moins dissolubles sont plus abondantes et mieux conservées à l'état fossile. Lorsqu'on a sous les yeux une suite nombreuse d'espèces des genres *troque*, *monodonte*, *dauphinule* et *turbo*, on voit ces genres passer les uns aux autres par des nuances insensibles, de sorte que l'on ne peut en déterminer les limites que d'une manière arbitraire. Il serait trop long de citer tous

les exemples de tels passages, de pareilles liaisons, qui se rencontrent dans tous les points de la série des mollusques. Toutes les espèces fossiles, en se liant aux espèces vivantes, forment donc des chaînons continus, qui facilitent, complètent la démonstration de cette série, en même temps qu'ils prouvent que toute espèce, soit vivante, soit fossile, se trouve ordonnée dans le même système de création.

Jusqu'ici nous n'avions trouvé qu'un bien petit nombre d'animaux fossiles identiques aux animaux vivants, ou simplement analogues proprement dits, c'est-à-dire, qui ne fussent ni plus ni moins rapprochés qu'une variété l'est de son espèce; mais, parmi les mollusques, les exemples en sont très-nombreux, comme le prouve le tableau ci-dessus, quoiqu'il soit loin de renfermer tous les genres.

Au résumé, nous avons à l'état fossile les deux grandes coupes du type des mollusques, les univalves et les bivalves, et tous les genres compris dans ces deux divisions générales, à l'exception de ceux dont les espèces ne sécrètent point de parties solides pouvant se conserver dans les couches du sol. Comme les vivantes, les espèces fossiles étaient réparties sur les terres, dans les mers, dans les fleuves et les lacs; il y a beaucoup plus d'espèces fossiles vivantes que de genres éteints, quoique les espèces éteintes paraissent être incomparablement plus nombreuses que celle que l'on trouve dans ces deux états; mais elles forment entre les deux extrémités de la grande série des mollusques vivants, soit de nouveaux types génériques, évidemment intermédiaire à des types vivants qu'ils rapprochent et réunissent, soit des nuances délicates et nombreuses entre des espèces de mêmes genres.

En outre, un grand nombre d'espèces vivantes se retrouvent dans tous les terrains; d'autres espèces, comme les cérites, etc., se trouvent dans les terrains les plus inférieurs et dans les terrains tertiaires. Nous ne répétons pas ici ce que nous avons dit dans notre IX[e] Leçon, quoique ce soit la confirmation de la thèse actuelle.

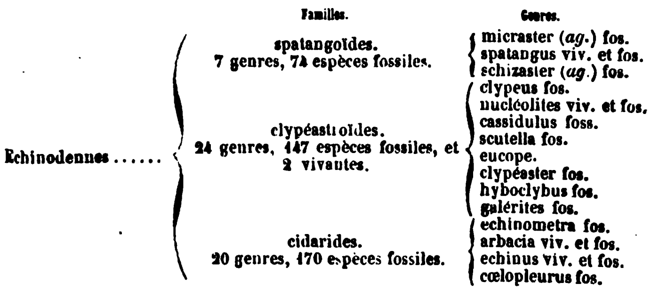
Enfin, il est constant que ce sont les mollusques de grande taille et de mer profonde, qui ont disparu en plus grand nombre de la série vivante, tandis que les mollusques de rivages,

d'eau douce et de petite taille, ont persévéré en bien plus grand nombre à l'état vivant. C'est donc toujours la même cause et les mêmes raisons qui ont amené la destruction de certains êtres plus limités dans leurs conditions de vie que les autres. Pour les grands mollusques de mer profonde, comme pour les reptiles, il n'y a pas moyen de changer de lieu ; dès que la profondeur des mers est comblée par une cause ou par une autre, ils perissent.

IVe TYPE. — ACTINOZOAIRE.

Nous venons de parcourir toutes les coupes qui appartiennent à la forme paire ; la forme rayonnée embrasse, à son tour, cinq classes d'animaux, les cirrhodermaires, les arachnodermaires, les zoanthaires, les polypiaires, et les zoophytaires.

La classe des cirrhodermaires comprend les échinodermes et les crinoïdes ou encrines. Les animaux de ces deux ordres, du dernier surtout, sont aussi rares à l'état de vie que nombreux à l'état fossile ; mais leur distribution dans les différentes couches terrestres n'est pas la même ; les crinoïdes abondent dans les terrains anciens, où les échinodermes manquent presqu'entièrement ; et ceux-ci sont très-répandus dans les dépôts de l'époque tertiaire où l'on n'a rencontré jusqu'à présent qu'une ou deux espèces d'encrines.



	Familles.	Genres.
Echinodennes......	spatangoïdes. 7 genres, 74 espèces fossiles.	micraster (*ag.*) fos.
		spatangus viv. et fos.
		schizaster (*ag.*) fos.
	clypéastroïdes. 24 genres, 147 espèces fossiles, et 2 vivantes.	clypeus fos.
		nucléolites viv. et fos.
		cassidulus foss.
		scutella fos.
		eucope.
		clypéaster fos.
		hyboclybus fos.
		galérites fos.
	cidarides. 20 genres, 170 espèces fossiles.	echinometra fos.
		arbacia viv. et fos.
		echinus viv. et fos.
		cœlopleurus fos.

Les échinodermes forment trois familles, les spatangoïdes les clypéastroïdes et les cidarides. Or, chacune de ces familles renferme des espèces vivantes qui viennent s'intercaler entre les genres et les espèces fossiles. Dans la première famille les espèces vivantes se rapprochent beaucoup des espèces tertiai-

res du genre spatangue (Ag.); dans la seconde les hyboclypus fossiles sont intermédiaires aux nucléolites vivants d'une part, et de l'autre, aux clypéaster et aux galérites fossiles; ils avaient les tubercules des premiers et les ambulacres des seconds. La famille des cidarides est de toutes la plus nombreuse à l'état vivant comme à l'état fossile. En Suisse, c'est dans le terrain à chailles qu'on en trouve un plus grand nombre, et ce terrain est essentiellement littoral; or, de nos jours encore, ces animaux n'habitent guère que les plages riveraines et les bas-fonds.

L'encrine, appelée aussi par les premiers géologues, pierre étoilée ou lis des pierres, à cause de la ressemblance qu'elle offre, à la première vue, avec la corolle d'une fleur, l'encrine a été longtemps considérée comme un type anéanti avant le dépôt des terrains tertiaires. C'était encore, disait-on, une organisation extraordinaire et sans analogue dans la création actuelle. Mais l'encrine s'est montrée depuis dans les couches tertiaires; elle a même reparu parmi les êtres vivants, on en a découvert une espèce dans les mers d'Europe, et deux dans l'Océan des Antilles. L'une d'elles, *pentacrinites caput Medusæ*, appartient à un genre qui a traversé tous les âges, puisqu'il se montre dans tous les terrains. Les encrines vivantes viennent se ranger dans l'ordre zoologique entre les espèces fossiles.

Les arachnodermaires sont des corps mous qui n'ont laissé aucune trace fossile connue.

Les animaux des trois grandes divisions suivantes sont plus connus sous le nom général de polypes; c'est par ces animaux, souvent presque microscopiques, que les matériaux d'une grande partie du sol ont été sécrétés; ils encombrent les bassins des mers; ils y produisent des îles, de vastes archipels, et leur histoire se lie à l'histoire physique de notre globe. Si l'on excepte la classe des insectes qui est aussi très-nombreuse, toutes les autres sont petites auprès du groupe que forment les polypes; cependant il nous est impossible d'en parcourir tous les détails, nous ne ferons qu'indiquer les résultats de l'état actuel de la science.

La classe des polypiaires paraît avoir vingt-huit genres éteints; et parmi ses genres vivants treize sont représentés à l'état fossile.

Celle des zoanthaires ne renferme jusqu'à présent que neuf genres éteints, et vingt genres vivants reçoivent toutes ses autres espèces fossiles parmi lesquelles il s'en trouve deux qui ont été observées à l'état fossile et à l'état vivant.

Dans la classe des zoophytaires, tous les fossiles paraissent se rapporter à des genres vivants, et il y en a quatre qui passent en identiques des couches terrestres dans l'époque actuelle.

Mais ce n'est pas à ces proportions numériques entre les genres éteints et ceux qui fournissent des espèces fossiles et des espèces vivantes, dans la même classe ou dans des classes distinctes, que nous devons appliquer notre attention, parce que ces proportions peuvent varier d'un jour à l'autre; mais c'est aux rapports naturels qui unissent les fossiles aux êtres vivants; or, l'on peut s'assurer, par la comparaison des fossiles avec les vivants, que tous les polypes fossiles connus se rapportent à nos trois classes et à tous les points de leur série vivante; il y a même des genres vivants qui sont représentés dans tous les terrains, tels que les cyclolithes, les anthopylles, les caryopylles et les astrées, parmi les zoanthaires; les rétépores et les alvéolithes parmi les polypiaires; dans cette seconde classe, plusieurs fossiles du genre eschara ressemblent beaucoup aux espèces vivantes.

Ve TYPE. — AMOPHOZOAIRES.

Les éponges forment le dernier anneau de la série animale; elles sont nombreuses dans les mers, plusieurs vivent aussi dans les fleuves.

La matière qui forme l'éponge se décompose facilement, et n'est pas propre à se conserver à l'état fossile. Cependant les parties solides de certaines espèces d'éponges existent en immense quantité dans les terrains oolithiques et dans la craie supérieure. Il s'en trouve aussi des traces dans les couches tertiaires. La craie contient des spongiaires proprement dits qu'on ne retrouve plus dans les terrains supérieurs et qui font encore partie de la nature vivante. Ce n'est pas la seule remarque de ce genre qui ait été faite par les géologues. Elle

prouve que l'absence d'une espèce ou d'un genre de tel ou tel point de la série des couches est un fait simplement négatif, dont il n'y a rien à conclure. Les éponges fossiles se rapportent à tous les points de leur série et plusieurs appartiennent à des genres qui sont encore vivants.

Nous avons dit que les rapports numériques entre les espèces vivantes et fossiles n'étaient pas exempts de variations. L'on ne connaît pas encore tous les animaux qui habitent la surface des terres découvertes ; comment connaîtrait-on tous ceux qui vivent au sein des eaux et tous ceux dont les différentes parties du sol sédimenteux récèlent les débris? Parmi les genres d'animaux marins que l'on avait d'abord considérés comme perdus, plusieurs ont été retrouvés à l'état de vie, et réciproquement des espèces perdues viennent chaque jour s'ajouter à des genres que l'on croyait tout entiers vivants. Les tableaux zoologiques ne nous donnent donc que le résultat de l'état actuel des connaissances des naturalistes sur le nombre des genres éteints et des espèces fossiles. Mais s'il est vrai que nous devions ignorer toujours le nombre exact des espèces fossiles soit terrestres, soit aquatiques, comment pouvons-nous être assurés que toutes ces espèces ont fait partie de la même création? L'on s'est trompé lorsqu'on s'est hasardé à dire que de tous les êtres ensevelis dans les dépôts de la cause aqueuse aucun n'avait appartenu à notre monde ; ne nous trompons-nous point aussi, lorsque nous affirmons que de tous ces fossiles, aucun, même parmi ceux que nous n'avons jamais vus, que nous ne verrons peut-être jamais, n'est entré dans la conception et la réalisation de mondes et de séries différentes des nôtres? Les géologues qui prétendirent qu'aucun fossile n'appartenait à notre création, nièrent un fait dont ils avaient sous les yeux la preuve intrinsèque ; nous affirmons un fait dont la preuve intrinsèque semble nous échapper. Des deux côtés n'est-ce point une erreur qui tiendrait à la précipitation avec laquelle l'esprit de l'homme passe d'une proposition à sa contradictoire, sans s'apercevoir qu'entre ces deux partis extrêmes il en existe un troisième qui bien souvent est le seul véritable, parce qu'il est le seul qui ne soit pas exclusif.

Personne ne doute plus aujourd'hui que les trois formes générales et les cinq grands types auxquels nous voyons se rapporter les espèces connues, ne comprennent tous les animaux vivants; cette croyance est fondée sur ce que nous les retrouvons uniquement dans toutes les parties du globe; que depuis Aristote jusqu'à M. de Blainville, nulle autre forme, nul autre type ne s'est offert aux regards des naturalistes, malgré la constance de leurs recherches depuis plus de deux mille ans, d'abord sur tous les points des mers et des pays de l'Europe, ensuite et successivement sur ceux de l'Asie et de l'Afrique, dans les vastes contrées du nouveau continent, et dernièrement, enfin, dans les archipels des mers du Sud.

Mais les animaux paléontologiques viennent donner à ce fait, déjà si étendu, une éclatante universalité, en s'encadrant dans les lacunes des mêmes types généraux que les espèces vivantes connues, et en montrant qu'ils en sont véritablement des parties essentielles. Si nous descendons la série des terrains jusqu'aux commencements des choses indiquées par les premiers dépôts des eaux, nous ne retrouvons partout que des effets analogues à ceux des causes et des lois générales qui agissent encore sous nos yeux et maintiennent l'ordre présent; nous remarquons ensuite que la surface du globe fut toujours, comme elle l'est maintenant, partagée en mers, en terres découvertes, en montagnes, en vallées, en fleuves, en lacs, etc.; nous voyons que les êtres furent répartis et distribués à toutes les époques, comme ils le sont dans la nôtre. A tous ces égards la ressemblance entre le passé et le présent est si grande, que nous ne saurions douter que ce ne soit toujours le même monde. Enfin, appliquant aux espèces végétales et animales fossiles qui se découvrent chaque jour à tous les points de la série des terrains les mêmes principes qui leur servent à classer les êtres vivants, les naturalistes de tous les pays, quelle que soit la diversité de leurs opinions particulières sur l'histoire philosophique des êtres, sont obligés de convenir et conviennent que toutes les espèces, sans en excepter une seule, se rapportent non-seulement aux mêmes formes générales et aux mêmes plans typiques, mais le plus ordinairement aux mêmes classes, aux mêmes ordres, aux mêmes familles, très-souvent

aux mêmes genres et assez fréquemment aux mêmes espèces que les êtres vivants. Maintenant ce qu'il importe beaucoup de remarquer, c'est que les classes de plantes et d'animaux sont représentées à l'état fossile par un fort grand nombre d'espèces, et que ces espèces ne proviennent pas d'un petit nombre de localités et de terrains, mais des terrains de tous les âges et de presque tous les pays du monde, de l'Asie, de l'Afrique, des deux Amériques, des îles de la mer du Sud et de toutes les parties de l'Europe; et depuis nos Alpes et nos Pyrénées jusqu'au mont Liban; et de là jusqu'au cap de Bonne-Espérance, partout l'étude des couches terrestres amène les mêmes résultats. Voilà pour l'étendue en largeur; les recherches en profondeur sont encore plus considérables. Toutes les divisions des différents systèmes géologiques ont été explorées même dans le sens de leur plus grande épaisseur, dans un très-grand nombre de localités extrêmement éloignées les unes des autres. Ici donc, les observations embrassent toute la durée des temps et s'étendent jusqu'au berceau des êtres; elles équivalent, en quelque sorte, à celles qui auraient été faites, recueillies et transmises à notre siècle par les naturalistes de tous les siècles précédents, si à toutes les époques du monde il avait existé des naturalistes.

Ainsi les espèces connues de tous les pays, comme celle de tous les terrains ou de tous les temps, appartiennent au même monde, à la même série, au même plan de création. Il est donc bien probable qu'il en est de même de celles que nous ne connaissons pas. Mais nous ne nous arrêtons pas là; et la réunion forcée, dans les mêmes couches de la terre, des espèces qui sont connues des observateurs, avec celles qu'ils ne connaissent pas et qu'ils ne connaîtront peut-être jamais, est un fait qui nous semble propre à dissiper jusqu'aux moindres doutes, s'il en pouvait exister encore. Nous convenons que la fossilisation de telle ou telle espèce n'est qu'un phénomène accidentel et local; que beaucoup d'organisations délicates et fragiles ont dû s'éteindre sans laisser après elles des traces de leur existence; que d'autres, dont les débris solides auraient pu nous parvenir, ont péri tout entières, parce qu'elles n'ont pas été entraînées et recouvertes de sédiments; et que,

parmi celles qui sont devenues fossiles, il en est que les observateurs ne découvriront peut-être jamais. Cependant nous sommes assurés que toutes ces espèces appartenaient au même monde que les autres ; d'abord, parce que tous les phénomènes géologiques sont évidemment le résultat des mêmes lois et des mêmes causes qui constituent l'ordre actuel ; ensuite, parce que toutes les espèces inconnues se trouveraient nécessairement dans des couches qui ont fourni des fossiles, car toutes en ont montré plus ou moins ; elles seraient donc associées aux autres espèces, reconnues pour avoir appartenu à notre monde ; elles auraient donc été contemporaines de ces dernières ; elles auraient donc fait partie du même monde qu'elles.

Ainsi nous rejetons, comme erronées, les conséquences que l'on voudrait tirer du nombre des espèces fossiles, relativement à la faune et à la flore des différentes époques géologiques, parce que la fossilisation n'est pas un état par lequel aient dû nécessairement passer toutes les espèces éteintes ; et nous nous appuyons, pour croire que tous les êtres vivants et fossiles dépendent du même système de création, sur les rapports des espèces fossiles connues avec les espèces vivantes, et sur la nécessité d'admettre que les espèces inconnues sont associées dans les mêmes dépôts avec les espèces connues. Voilà pourquoi nous devons attacher une extrême importance à constater que tous les fossiles connus appartiennent aux types de la série vivante.

Enfin, et c'est ici une preuve irréfragable, et contre laquelle toutes les suppositions viennent échouer, parce qu'elle les exclue toutes, l'étude de l'organisation animale démontre cinq types bien distincts d'animalité, fondés sur la disposition du système nerveux, c'est-à-dire de l'organe de la sensibilité, caractère essentiel de l'animalité, caractère sans lequel celle-ci ne peut être conçue. Or, ces cinq types ou cinq dispositions du système nerveux traduits par la forme générale, renferment toutes les dispositions que l'on peut concevoir : 1° la forme et la disposition paire, avec le système nerveux central, au-dessus du canal intestinal, *ostéozaires ;* 2° cette même forme et disposition, avec le système nerveux central, au-dessous du canal intestinal, *entomozoaires ;* 3° la forme et la disposition

paire, tendant à devenir circulaire ou rayonnée, avec le système nerveux bilatéral et semi-circulaire ou rayonné, *malacozoaires ;* 4° la forme et la disposition du système nerveux, rayonné ou circulaire, *actinozoaires ;* 5° la forme sphérique ou indéterminée, le système nerveux tellement confondu avec le reste, qu'il est indémontrable anatomiquement, *amorphozoaires*. Qu'on imagine, si l'on peut, un autre type. Maintenant, si l'on considère que l'étude de la série animale démontre que chacun de ces types renferme toutes les combinaisons d'organes susceptibles de s'harmonier avec les lois et les milieux physiques, avec toutes les conditions d'existence de cet univers, il sera impossible d'imaginer d'autres combinaisons d'organes et d'autres types, à moins d'imaginer, en même temps, des lois physiques et des milieux tout différents et même opposés à ceux du monde actuel; et ce ne sera plus alors qu'une fantasmagorie inconcevable. Il n'y a donc qu'une seule conception de l'animalité, dont nous connaissons tous les types possibles, et dans ces types tous les grands degrés, sans qu'on puisse y en intercaler de nouveaux, et telle est ce qu'on appelle la série animale, à laquelle appartiennent nécessairement tous les animaux vivants et fossiles. Or, nous avons largement démontré, dans tout ce Cours et dans ces dernières Leçons en particulier, que tous les fossiles ont vécu dans les mêmes circonstances que les animaux encore vivants ; que les espèces fossiles ont vécu avec les espèces encore actuellement existantes ; qu'en outre, tous les grands degrés de la série animale sont fonctions les uns des autres ; qu'ils n'ont par conséquent pu exister les uns sans les autres. Il est donc rigoureusement démontré qu'il n'y a eu qu'une seule création, dans laquelle ont été produits, en même temps, tous les animaux , tant les espèces qui sont encore connues vivantes, que celles qui ne sont plus connues qu'à l'état fossile. C'est la conséquence logique à laquelle nous a amenés l'étude de la géologie, comme celle de la zoologie; cet accord entre ces deux sciences en établit un autre avec la science révélée de Dieu, accord qui est le critérium le plus élevé de certitude pour toute démonstration finale, puisqu'il est l'affirmation divine et humaine réunie, et, par conséquent, le *nec plus ultrà* de la certitude.

Nous avons à achever toute la démonstration par l'étude des végétaux fossiles.

Parmi les botanistes qui se sont occupés des végétaux fossiles, il en est qui, d'après des considérations purement géologiques, ont pensé qu'ils avaient été créés avant ceux qui existent aujourd'hui ; mais nul observateur n'a cependant pu songer à les rapporter à une série différente de celle des plantes actuelles.

L'herbier de la flore fossile renferme déjà plus de huit cents plantes. La répartition générale de ces plantes était la même que celle des végétaux vivants. Les unes croissaient dans la mer, comme les algues du terrain primaire ; d'autres, sur les terres découvertes, sur les rivages, aux bords des marais, comme les équisétacées, les fougères, les conifères du terrain primaire, du calcaire de montagne et des houilles ; d'autres, comme les marsiléacées du terrain houiller et carbonifère, vivaient dans les eaux douces. Cette distribution, ainsi que le gisement l'indique, est aussi ancienne que le monde.

Dans la comparaison que les botanistes ont faite des végétaux fossiles avec les végétaux vivants, ils ont trouvé partout identité de classes, presque toujours de familles, très-souvent de genres, et quelquefois d'espèces. Quant aux genres qui ne se retrouvent que fossiles, ils forment des passages et s'intercalent naturellement entre des genres vivants.

1° *Identité des classes.* Le règne végétal peut se diviser assez bien en six grandes classes : les agames, les cryptogames cellulaires, les cryptogames vasculaires, les phanérogames gymnospermes, les phanérogames monocotyledones, et les phanérogames dicotylédones. Or, les plantes fossiles sont de toutes ces classes ; elles ne forment donc pas une classe, ni une suite de classes particulières, établies sur un plan différent des nôtres, et que l'on doive placer avant ou après les plantes vivantes ; mais elles se rapportent à toutes les parties de notre règne végétal ; elles rentrent dans ses divisions naturelles. Il y a bien quelques fossiles dont la classe est encore incertaine, mais ils ne font pas soupçonner l'ancienne existence de classes différentes des nôtres : loin d'être sans rapports avec les familles de nos classes par ce qu'ils nous ont transmis d'eux-mêmes, ils

en ont, au contraire, avec un trop grand nombre pour pouvoir être placées, sans nul doute, dans aucune. L'incertitude tient uniquement à l'insuffisance de ces débris, à leur état imparfait de conservation, ou à l'absence d'organes caractéristiques. Des végétaux vivants seraient l'objet des mêmes doutes s'ils s'offraient dans les mêmes conditions à l'examen des botanistes; et l'histoire de la science nous apprend que c'est ce qui a eu lieu pour les plantes vivantes d'*incertæ sedis*, qui ne sont même pas encore toutes parfaitement déterminées.

2° *Identité de familles*. 41 familles vivantes, appartenant à toutes les classes, sont représentées par des espèces fossiles; il ne parait pas que les botanistes aient jugé nécessaire d'établir de nouvelles familles pour des espèces fossiles.

3° *Identité de genres*. Plus de trente genres fossiles sont identiques avec nos genres vivants, nous ne les énumérerons pas. Nous ne rappellerons ici que le genre *equisetum* ou presle, représenté dans les terrains par de nombreuses espèces. L'*equisetum Brongnartii* est considéré par MM. Schimper et Mougeot comme le véritable type des presles vivantes. Il y a quelques genres distincts des vivants, mais ils forment des passages et rapprochent des familles ou des genres qui paraissent isolés.

Après les plantes fossiles dont les genres sont ou distincts des vivants ou identiques avec eux, les géologues ont apporté aux botanistes des végétaux qui paraissent différer un peu plus de certaines espèces de nos genres, que celles-ci ne diffèrent entre elles; mais l'organe qui présente ces différences n'est pas assez important pour qu'on puisse croire que ces plantes devaient différer par tous leurs organes essentiels. Ici, il y a lieu de douter si ces espèces constituaient de nouveaux genres, ou si elles faisaient partie de nos genres vivants. C'est le cas où se trouvent les nombreuses espèces fossiles de la grande famille des fougères. La rareté des fructifications à l'état fossile a obligé les botanistes, pour faciliter le classement et la détermination des espèces, d'établir des genres artificiels fondés sur d'autres caractères. Mais cette méthode artificielle, introduite par défaut des organes caractéristiques des genres et des espèces, ne peut évidemment conduire à aucun résultat certain.

4° *Identité d'espèces*. Il y a peu d'espèces dont on puisse affirmer l'identité rigoureuse; mais plusieurs, même des terrains anciens, offrent une si grande analogie avec certaines plantes vivantes, qu'il est difficile quelquefois d'y découvrir les différences spécifiques. Ces difficultés proviennent de l'absence des véritables organes caractéristiques de l'espèce; et dès qu'il n'y a pas de différence assez notable, on doit accepter l'identité d'espèce. Nous pourrions citer plusieurs espèces identiques de toutes les classes et d'autres qui sont très-rapprochées des espèces vivantes, et cela dans tous les terrains.

CONCLUSIONS.

Il est démontré : 1° Que toutes les plantes et tous les animaux fossiles appartiennent aux mêmes séries que les plantes et les animaux vivants;

2° Que toutes les espèces des cinq grands types animaux sont disposées sur une seule ligne continue, suivant un ordre constant de dégradation organique;

3° Que le règne animal et le règne végétal sont rapprochés par des passages, par des anologies de structure et de fonctions, et qu'ils sont unis réciproquement par des rapports nécessaires d'existence et de conservation, qui les font rentrer, l'un et l'autre, dans le même système universel de création avec le règne élémentaire et le règne sidéral.

Or, c'est ce que Moïse nous enseigne : les six jours de la création sont le récit détaillé de la formation progressive du même monde et non pas l'histoire sommaire de six mondes différents, dont cinq auraient été détruits.

4° Cette création universelle qui accuse une conception, un plan unique, est donc l'œuvre d'une seule intelligence souveraine, d'une seule volonté créatrice. Or, rien n'est plus clairement exprimé par Moïse que le dogme d'un Dieu unique, créateur de tout ce qui existe. C'est le fondement de son livre, de sa religion et de la nôtre qui n'en est que la continuation.

5° De ce que les espèces végétales et animales de tous les ter-

rains font partie d'un même système de création, nous pourrions déjà conclure que cet ordre a toujours persisté et que les lois établies par le Créateur à l'origine des temps n'ont jamais été abolies. En effet, le principe fondamental de la géologie, c'est que les terrains de tous les âges ont été produits par les mêmes causes qui agissent encore dans le monde présent, et que ce qui se fait actuellement n'est que la continuation de ce qui s'est fait depuis l'origine des siècles. Les lois secondaires n'ont donc jamais été abolies par le Créateur. Tous les terrains sédimenteux, depuis les plus anciens jusqu'aux plus récents, offrent des traces évidentes et plus ou moins nombreuses de végétaux et d'animaux analogues aux animaux et aux végétaux actuels. La vie végétale et animale n'a donc jamais été interrompue ; les milieux dans lesquels ces végétaux et ces animaux se sont développés, ont donc toujours été à peu près les mêmes. C'est la persistance et l'accord constant des causes secondes qui maintient cette vie des animaux et des plantes ; cet accord a donc toujours existé depuis l'origine ; il n'y a donc point eu de temps, comme le pensaient Deluc, Ampère, Cuvier, etc., où régnèrent des causes dont on ne retrouverait plus de trace dans la nature actuelle.

Le récit de l'historien sacré s'accorde parfaitement avec ces principes de la géologie positive. Il conduit l'histoire du monde, sans qu'il intervienne aucune catastrophe, depuis le moment où le Créateur applaudit à la production de chaque règne, et ensuite aux harmonies de l'ensemble, jusqu'à l'événement du déluge, qu'il présente, non comme le résultat de la destruction des lois naturelles, mais comme un emploi divin et une réaction morale de ces mêmes lois, comme un fait miraculeux, qui s'accomplit en quarante jours, et dont l'action sur la terre ne dépasse pas les bornes d'une année. Après ce cataclysme qui laisse, en général, subsister les espèces, et ne détruit que des individus, tant le Créateur tenait à conserver intactes toutes les harmonies de son œuvre, Moïse nous le représente lui-même promettant au monde qu'il n'apportera plus d'interruption à la succession paisible des saisons, tout le temps que doit durer la terre : *Cunctis diebus terræ, sementis et messis, frigus et æstus, æstas et hiems, nox et dies non requiescent.* Sur tous ces points l'accord

de la science avec Moïse est profond, est parfait. L'un expose les faits, l'autre, avec ses principes invariables, les constate et les démontre.

LEÇON XXV.

PREUVES DE LA CRÉATION PAR LA GÉOLOGIE, ET RÉFUTATION DU PANTHÉISME MATÉRIALISTE.

Nous avons démontré la simultanéité de création ou, si l'on aime mieux, d'existence des êtres vivants et fossiles. Mais le panthéisme matérialiste prétend que tout est Dieu, c'est-à-dire être nécessaire ; par conséquent que tout est éternel, qu'il n'y a point eu de commencement et qu'il n'y aura point de fin. Nous avons déja démontré la fausseté d'une telle prétention *à priori* et *à posteriori* par toutes les sciences que nous avons étudiées jusqu'ici ; mais la géologie, qui n'avait point encore été interrogée sous ce rapport, vient nous apporter une réponse sans réplique.

Chaque jour, disent les panthéistes, de nouveaux hommes naissent pour remplacer ceux qui chaque jour tombent, mais l'*homme* reste debout, enrichi de ce que tous ses devanciers lui ont transmis, orné de tous les présents des âges. Il en est de même de tous les animaux, de toutes les plantes ; les individus meurent, les espèces persistent ; il n'y a pas de raison pour qu'il en ait jamais été autrement ou pour que cet état de choses puisse jamais changer.

Dès-lors, il est évident pour eux que les espèces sont éternelles, que le monde a toujours été, qu'il sera toujours tel qu'il se montre aujourd'hui. D'autres, en acceptant une certaine création plus ou moins panthéistique, prétendent que les lois de la nature ont tout organisé dans la matière ; qu'elles perfectionnent et transforment les espèces animales les unes dans les autres ; il ne faut pour cela à la nature que du temps et des

siècles innombrables ; c'est ainsi que les espèces fossiles se sont transformées dans les espèces vivantes, que celles-ci se transformeront en des espèces futures, et ainsi de suite.

Ce sont là les deux nuances du panthéisme matérialiste.

Cependant l'étude des phénomènes que renferme le sol vient à l'appui de toutes les données positives des sciences pour réfuter radicalement ces deux thèses, comme nous allons le prouver en détail.

Si nous descendons la série des terrains, en partant des couches les plus superficielles, nous trouvons, à chaque pas, des traces de la vie, dans les systèmes tertiaires, secondaires et primaires ou de transition. Nous voyons ensuite les derniers dépôts primaires se dégager peu à peu des corps organisés. Cette ardoise chargée d'impressions de plantes terrestres, et alternant avec des calcaires qui renferment encore des fossiles marins, dégénère en schiste micacé, ce schiste en gneiss auquel succède enfin le granit. Parvenus à ce point, nous ne trouvons plus de calcaire, plus de schiste argileux, plus de grès ou de sable, plus de matières charbonneuses, en un mot, plus de dépôts formés par les eaux, plus d'êtres organisés, mais des masses granitiques enveloppant tout le globe, se retrouvant partout au-dessous des terrains de sédiment, et entre les escarpements desquels tous ces terrains ont été déposés.

Il a donc été un temps où cet immense bassin de granit était vide ; où les eaux, cette première condition de la vie, ont commencé à agir sur la surface *vide et déserte* (1) de notre globe encore inhabité.

C'est donc ce grand bassin qui reçut, *au commencement*, les espèces végétales et animales marines ; c'est donc sur un sol en rapport avec ces vastes escarpements que prirent naissance les espèces fluviatiles et terrestres ; là fut placé leur berceau et le nôtre.

Ainsi, tous les êtres ont commencé : la preuve de ce grand fait, dont le récit ouvre avec tant de majesté l'histoire du monde, dans la Genèse, les géologues l'ont trouvée, sans la chercher, dans les entrailles de la terre. Des profondeurs de l'abîme où la

(1) Gen. I, 2.

main de Dieu avait conduit et entassé leurs cadavres, les morts sont venus déposer pour le saint prophète Moïse et rendre hommage à sa véracité.

La géologie va plus loin encore ; après nous avoir montré le berceau des êtres, elle nous fait assister en quelque sorte à leurs derniers moments, elle nous montre le tombeau de milliers d'espèces animales et végétales, et confirme à sa manière la révélation qui nous apprend que ce monde créé finira.

Les premières espèces que l'on rencontre, en partant maintenant des couches primaires inférieures, appartiennent à toutes les grandes divisions des deux règnes. N'y a-t-il point dans ces premières couches des individus qui n'ont point été engendrés, mais qui sont nés tout grands à la parole créatrice ?

Quoi qu'il en soit, de toutes les espèces animales et végétales rencontrées jusqu'ici dans le bassin primaire, l'immense majorité n'est plus connue vivante, et leurs genres mêmes, pour la plupart, sont éteints. En général, il faut en dire autant de celles des terrains secondaires, car les tertiaires sont à peu près les seuls qui aient montré des formes que l'on trouve plus nombreuses parmi les êtres vivants. Nous avons donné les raisons de ces différences entre les fossiles des divers terrains. L'on compte déjà plus de 10,800 espèces à l'état fossile, parmi les végétaux et les animaux de toutes les classes ; et tous les jours il s'en découvre de nouvelles.

Or, les trois quarts environ de ce nombre ne se sont pas encore retrouvés à l'état de vie. Les naturalistes de tous les pays s'accordent sur ce point. Sans doute, il y a eu beaucoup d'erreurs dans la détermination des espèces, et par suite beaucoup d'exagération dans leur nombre ; mais en défalquant ces erreurs et ces exagérations, il n'en demeure pas moins certain qu'un très-grand nombre d'espèces fossiles ne sont plus connues vivantes.

Ce n'est pas seulement à la surface de la terre parmi les êtres vivants, c'est aussi dans les entrailles du sol, qu'on a cherché en vain certaines espèces perdues. En général, elles sont propres à un certain nombre de couches et ne se retrouvent plus dans les couches supérieures. Sans doute, ce dernier fait ne

prouverait pas absolument leur disparition, puisque l'on peut toujours supposer que les espèces qu'on n'a pas trouvées dans certains terrains pourront s'y rencontrer jusqu'à ce qu'on ait fait une analyse complète de tous les points de ces terrains. Mais cette preuve n'est pas nécessaire à notre thèse, que les faits pleinement incontestables vont démontrer.

Ainsi, les crinoïdes font partie de la grande classe des rayonnés; elles traversent tous les terrains et sont encore vivantes dans plusieurs espèces.

Les couches siluriennes en ont fourni six genres, dont deux sont communs au grauwacke, les cyathocrinites et les rhodocrinites; ce dernier terrain en présente sept autres : cupressicrinites, caryocrinites, sphærocrinites, eucalyptocrinites, actinocrinites, eugeniocrinites, pentacrinites.

Les actinocrinites finissent au groupe carbonifère; les autres genres du grauwacke y persistent à l'exception des cupressicrinites qu'on n'y a pas trouvés; les patériocrinites et les pentrémites viennent les remplacer, en se montrant ici pour la première fois.

Au groupe des grès rouges un genre nouveau, celui des encrinites, vient s'ajouter au précédent; six espèces, toutes nouvelles, s'y sont montrées.

Au système oolithique nous ne retrouvons de tous les genres précédents que les eugeniocrinites, les pentacrinites et les rhodocrinites, représentés par des espèces nouvelles, et associés aux nouveaux genres guettardicrinus, apiocrinus, solanocrinites et millericrinus.

La craie n'a fourni qu'une espèce, l'apiocrinites ellipticus, et cette espèce est encore nouvelle. Enfin, avant d'arriver à la surface du sol, nous trouvons encore le genre nouveau bourgneticrinus dans les couches tertiaires les plus supérieures. Si nous cherchons ensuite les crinoïdes proprement dits parmi les êtres vivants de cette belle et nombreuse famille qui renfermait vingt-un genres et plus de cent espèces, nous ne trouverons donc plus que trois genres, les pentacrinites, les holopus et les phytocrinites, et les deux derniers sont nouveaux.

Ainsi, les pentacrinites, qui furent de tous les terrains, sont

les seuls qui existent encore représentés par une seule espèce nouvelle, le *caput Medusæ*.

S'il ne s'agissait que de la disparition d'un petit nombre de formes spécifiques, on pourrait conserver l'espoir de les retrouver un jour dans quelque coin encore inexploré du bassin des mers; mais des genres nombreux, des familles, des ordres, des sous-classes même ont disparu entièrement, sans qu'on ait pu en retrouver aucun vestige dans les terrains supérieurs ou à la surface de la terre. Les familles si nombreuses des ammonites et des bélemnites n'ont jamais été rencontrées au-dessus des terrains secondaires et tertiaires, ni dans nos mers.

Les dernières espèces de l'ordre des trilobites finissent avec le terrain houiller. La classe des ichthyosauriens ne se rencontre plus au-dessus de la craie moyenne ou tuffau. Celle des ptérodactyles disparaît sans retour à la hauteur de l'oolithe supérieure.

Dira-t-on que l'absence de ces espèces ne prouve pas leur anéantissement, parce que nous ne connaissons pas leurs habitudes; qu'il n'est pas certain que nous les cherchions où nous aurions quelque chance de les rencontrer; que leur séjour à de grandes profondeurs sous les eaux ou dans les vases est peut-être le seul obstacle qui nous empêche de les découvrir?

Il est bien vrai que pour les espèces marines nous ne pouvons pas conclure rigoureusement qu'elles n'existent plus, en particulier pour les mollusques et les rayonnés qui paraissent avoir vécu dans des mers profondes; mais sur un nombre aussi considérable d'espèces perdues, il est bien difficile d'accepter, sans preuve, qu'elles soient encore toutes vivantes; par exemple, les six cent trente-huit espèces de poissons fossiles déterminées par M. Agassiz, sans parler de toutes celles qui ne sont pas encore nettement déterminées, n'avaient pas apparemment des habitudes fort différentes de celles de leurs congénères qui habitent encore aujourd'hui le bassin des mers; d'où vient donc que pas une n'a été retrouvée à l'état vivant?

D'ailleurs, toutes les espèces que l'on considère comme perdues ne sont pas marines. Il y en a beaucoup qui habitaient

les fleuves, comme certains genres de reptiles, d'autres les terres découvertes, comme les animaux et les végétaux terrestres.

Parmi les végétaux, on connait près de deux cent cinquante-trois espèces de fougères fossiles, dont plusieurs atteignaient 50 ou 60 pieds, et toutes ont disparu de la surface de la terre. Le genre lepidodendron, de la famille des lycopodiacées, renferme plus de quarante espèces fossiles, dont les plus grandes ont, assure-t-on, plus de 20 mètres de long, et un pied et demi de diamètre. On trouve dans le terrain houiller des équisétacées de dix pieds de haut, des monocotylédones et des fougères de 50 à 60 pieds, des lycopodiacées de 60 à 70 pieds, des conifères d'une élévation égale, par exemple, le *pinites brandlingi*. Ce n'est donc pas la petitesse de ces espèces qui les soustrairait à nos regards sur la terre.

Il nous serait facile de montrer, en parcourant la série végétale, que dans toutes ses grandes divisions elle offre un nombre plus ou moins considérable d'espèces terrestres qu'on ne retrouve plus à la surface de la terre, et qui, dans les couches du sol, n'atteignent pas, la plupart, même nos terrains tertiaires.

Parmi les animaux terrestres et fluviatiles, dans la classe des scutifères, l'ordre des émidosauriens ou crododiles a retrouvé six nouveaux sous-genres dans le sol. Le sous-genre des gavials est redevable à la faune fossile de 9 ou 10 espèces nouvelles qui étaient gigantesques; l'ordre des plésiosaures tout entier a disparu; le *megalo-saurus*, découvert à Stonesfield, entre l'oolithe et le lias, et aussi dans les sables wéaldiens, avait de 30 à 40 pieds de long.

Les grands mammifères terrestres fossiles achèvent de porter jusqu'à l'évidence le fait de l'anéantissement des espèces. Depuis le temps qu'on observe, après de si nombreux voyages, des observations si minutieuses, pas un seul de ces grands et nombreux animaux disparus n'a été rencontré vivant. La supposition qu'ils pourraient exister dans quelque coin inconnu, si elle est faisable pour quelques espèces, dépasse toutes les limites du possible, lorsqu'il s'agit d'un nombre aussi considérable de grands animaux.

La famille des didelphes a perdu	18 ? espèces (1).
La famille des cétacés (baleines, dauphins),	12 ?
La famille des édentés,	27 ?
La famille des ruminants, environ	30 ?
La famille des pachydermes, environ	50 bien déterminées.
La famille des rongeurs,	57 ?
L'ordre des carnassiers, environ	43 bien déterminées.
L'ordre des primatès (singes),	10 ?
Mammifères non-classés,	7
Total :	255 espèces éteintes.

La classe des mammifères a donc perdu 255 espèces environ, et l'on peut affirmer 200; elle n'en possède pas plus de 600 à l'état vivant, elle est donc au moins au quart éteinte : et ce sont les ordres dont les espèces atteignent de plus grandes dimensions qui ont fait des pertes plus considérables, les édentés, les ruminants, les carnassiers, les pachydermes.

Rien n'est donc éternel sur la terre. Tout, dans les entrailles du sol comme à sa surface extérieure, atteste un commencement ou indique une fin. Ce qui finit a nécessairement commencé, la fin prouve aussi bien la création que le commencement.

Les eaux n'ont pas toujours existé, puisque nous remontons à leurs premiers dépôts ; les plantes et les animaux ne sont venus qu'avec ou après elles ; une foule d'espèces a déjà cessé d'être, et l'homme, qui se fait si ancien dans le monde, n'a laissé de ses débris que dans des couches superficielles ; ce qui n'est pas une raison de croire qu'il n'ait paru que longtemps après tous les autres, puisqu'au contraire, il est géologiquement prouvé qu'il a vécu en même temps que la plupart des espèces animales éteintes.

On voit qu'il n'est point ici question de la masse planétaire sousjacente du noyau primitif de la terre; nous en avons parlé en son temps, et nous croyons avoir prouvé sa créa-

(1) Le point ? indique que nous prenons le chiffre proposé par les paléontologues, mais sans qu'il ait encore pu être déterminé zoologiquement.

tion et réfuté les hypothèses faites en dehors de la géologie positive; nous n'y revenons pas.

Mais cette géologie positive ne laisse rien à désirer sur les terrains sédimenteux. Ceux-ci se composent de dépôts superposés, produits évidemment par une cause qui agit de haut en bas, de sorte que les couches les plus profondes sont nécessairement les premières qui aient été déposées, les plus superficielles, les dernières, et les couches intermédiaires avant celles-ci et après celles-là. La superposition nous fait donc connaître avec certitude l'âge relatif des dépôts. Ainsi, les terrains primaires qui sont recouverts par tous les autres ont été produits avant tous les autres, du moins en grande partie; cela ne saurait être douteux.

Mais est-il également certain que les sédiments primaires soient les premiers effets de la cause aqueuse? n'ont-ils point été remaniés par les eaux bien des fois et pendant des temps incalculables, avant de se déposer sous la forme que nous leur voyons? Les géologues admettent que les terrains moins anciens ont été en partie formés à leurs dépens; qui nous assure qu'il n'en existe point d'autres aux dépens desquels les couches primaires elles-mêmes auraient été formées? qui peut savoir si d'autres terrains sédimenteux, et d'autres débris organiques ne sont point recouverts par ces puissantes masses granitiques que l'on croit avoir été le sol primitif et le foyer de la création? Si cela était, nos couches primaires n'indiqueraient pas, comme on le pense, la première action des eaux et le commencement des êtres. Mais la preuve de ce commencement n'en serait pas moins certaine, seulement il faudrait descendre plus bas pour le trouver.

Cependant, il y a des faits contraires à ces suppositions. Le siége de la cause ignée est certainement placé sous le sol de remblai; or, la base de ses produits volcaniques est toujours le granit ou des roches analogues, et, dans ses éruptions, elle ne lance jamais de roches sédimenteuses qui puissent être rapportées à des terrains différents de ceux que nous connaissons; il n'en existe donc pas d'autres sous ces montagnes granitiques, entre les escarpements desquelles ont été déposés nos sédiments primaires.

Les géologues ont aussi de bonnes raisons pour regarder ces sédiments comme les premiers qui furent abandonnés par les eaux. Ils admettent, sans doute, que nos derniers terrains ont été formés, en partie, aux dépens des portions émergées des premiers, mais ils reconnaissent, en même temps, qu'on ne trouve nulle part de terrain plus ancien que les primaires; et, comme les eaux ne sauraient détruire à la fois et reconstruire sur la même place, on se demande où est le bassin qu'elles auraient enduit de leurs dépôts antérieurs, lorsque les couches primaires, les plus puissantes et les plus étendues de toutes, s'observent partout, et jusque dans les îles et dans les points récemment émergés des mers actuelles? Si les terrains primaires avaient été composés des débris de roches, repris par une nouvelle action des eaux et enlevés à des dépôts de sédiment plus anciens, s'ils étaient le dernier résultat d'une suite de remaniements et de combinaisons différentes, on y rencontrerait, comme dans nos terrains secondaires et tertiaires, de ces couches appelées *conglomérats*, effets d'une action violente et perturbatrice des eaux, où les fossiles caractéristiques du terrain sont mêlés et confondus avec ceux de tous les terrains inférieurs; ils ne présenteraient pas dans leurs roches cette grande simplicité de composition qui sert à les distinguer de celles des terrains postérieurs, et qui montre que les eaux n'avaient encore à leur disposition que des matériaux peu variés, empruntés pour la plupart aux montagnes primitives et aux animaux marins. Les terrains primaires ne sont donc pas seulement les plus anciens que nous connaissions, mais encore les premiers qui aient été déposés par les eaux.

Mais fallût-il chercher plus bas le premier travail des eaux et les premiers débris des êtres créés sur la terre, il n'en serait pas moins positivement démontré que la terre et les êtres qui l'habitent n'ont pas toujours existé; qu'ils ont commencé et qu'ils doivent finir.

De graves conséquences découlent des faits précédents, contre la thèse du panthéisme matérialiste; en effet, s'il y a eu transformation successive des espèces végétales et animales, c'est dans les terrains primaires que nous devons en retrouver des traces. Or, c'est ce qu'il s'agit d'examiner.

Nous avons démontré dans nos Leçons précédentes (1):

Qu'il faut distinguer, dans le règne animal, trois plans généraux d'organisation, ou trois formes générales, l'amorphe, la rayonnée et la forme paire, et que ces trois formes se divisaient en cinq grands types, savoir : les amorphozoaires (animaux sans forme déterminée, les actinozoaires (animaux à forme rayonnée), les malacozoaires (animaux mous), les entomozoaires (animaux articulés extérieurement), les ostéozoaires (animaux articulés intérieurement par un squelette, vertébrés) (2). Or, s'il est vrai, comme le prétendent les panthéistes, que les formes rayonnée et paire sont dérivées de la forme irrégulière, plus élémentaire, à l'aide d'une succession indéfinie de siècles; si tous les types sont sortis d'un petit nombre de types primordiaux; si toutes les espèces ont été produites au moyen de transformations successives par une seule, ou deux, ou trois, ou plusieurs espèces primitives, voici les conséquences géologiques qui découlent inévitablement de nos démonstrations précédentes, et de cette manière panthéistique d'interpréter les faits :

1° Toutes ces formes, tous ces types, dont l'apparition successive à la surface de la terre appartient, dans la thèse panthéiste, à des époques si diverses, si distantes, ne doivent pas se trouver réunies dans les couches primaires du globe;

2° On ne doit y rencontrer que des organisations extrêmement simples, parce que le dépôt de ces terrains, correspondant au commencement de l'existence des premiers êtres organisés, ces êtres n'avaient pas encore eu le temps de se compliquer dans leurs formes et dans leurs espèces;

3° Il doit en être ainsi des végétaux que contiennent ces premières couches sédimenteuses ; on ne doit pas y rencontrer tous les types du règne végétal ;

4° Les mêmes genres, et surtout les mêmes espèces, ne doivent pas se trouver à la fois , dès ces premières époques, sur les points du globe les plus éloignés, comme en Europe et en Amérique, au cap de Bonne-Espérance et à la Nouvelle-Hollande ;

5° Enfin, la répartition actuelle des animaux et des végétaux

(1) *Voir t. I.*
(2) *Voir id.*

aux mers, aux fleuves, aux embouchures, aux terres découvertes et à l'air, ne doit pas se montrer en même temps que les premières formes animales, dans un système qui considère les formes subséquentes, comme le produit lent et pénible des efforts successifs de la nature.

Voyons si toutes ces conséquences inévitables de la thèse panthéiste, s'accordent avec les faits.

Les terrains primaires, ou de transition, s'étendent depuis les premiers dépôts formés par les eaux, jusqu'au vieux grès rouge ou grauwacke, inclusivement, pour la plupart des géologues; exclusivement, pour les autres. Tout ce qui est inférieur au vieux grès rouge a reçu le nom de système silurien, qui se partage en inférieur, moyen et supérieur. C'est dans les dépôts de ce système, le plus ancien de tous, que nous allons recueillir des faits qui donnent au panthéisme le démenti le plus formel. En indiquant les points de la série, soit végétale, soit animale, auxquels se rapportent les espèces fossiles, nous la prendrons dans sa gradation ascendante, en remontant des formes inférieures aux supérieures.

1° *Amorphes*. Les animaux amorphes, ou irréguliers, manquent absolument dans ce qui est connu des terrains primaires. Cette absence, il est vrai, ne prouve pas qu'ils ne s'y rencontreront pas ; mais elle n'est pas de nature à accréditer l'idée de la transformation de cette forme dans les formes rayonnées et paires ; dans l'état de nos connaissances sur ce point, le panthéisme est donc sans aucun appui, bien plus il est en contradiction avec les faits connus de cette absence.

2° *Rayonnés*. Les rayonnés forment le second plan ascendant ou le second type général des animaux. Ils se divisent en cinq classes ; lesquelles, à l'exception des arachnodermaires, animaux mous et très-putrescibles, sont toutes représentées dans les dépôts primaires par des espèces appartenant aux premières comme aux dernières divisions de chacune de ces classes. Les espèces de la classe la moins élevée, celle des zoophytaires, n'occupent point des couches séparées au-dessous des autres ; il y a mélange dans les mêmes couches, dans les mêmes gisements, des espèces de toutes classes et de toutes divisions ou familles de ces classes, et, par conséquent, des espèces les

plus compliquées du type avec celles qui le sont moins.

Plusieurs espèces de rayonnés sont communes aux terrains siluriens d'Europe et à ceux du nouveau continent ; telles sont, dans la classe des zoanthaires, le *favestrea helianthoïdes*, le *syringopora reticulata*, le *catenipora escharoïdes* ; et, dans celle des polypiaires, le *favosites basaltica*. C'est là une preuve irréfragable que les mêmes espèces se sont développées sur plusieurs points à la fois ; qu'elles y ont par conséquent été créées, et qu'elles ne viennent pas d'un seul globule primitif, d'un seul individu originel.

Le troisième sous-règne, ou la forme-paire, se divise en trois types ou plans d'organisation : les malacozoaires ou mollusques, les entomozoaires ou articulés, les ostéozoaires ou vertébrés. Or, des fossiles, appartenant à ces trois types, sont associés en foule dans les dépôts siluriens aux fossiles du type des rayonnés ; donc ils ne peuvent en être des transformations, des dérivés.

3° Les *mollusques* se partagent en trois classes bien distinctes, les acéphalés ou bivalves, qui n'ont point de tête ; les cépalidés, qui commencent à avoir une tête ; et les céphalés, qui ont une tête et qui sont les plus complets du type. Les brachiobranches sont les espèces les plus compliquées des acéphalés, et les céphalopodes appartiennent aux céphalés. Or, les brachiobranches et les céphalopodes sont tout aussi nombreux dans les étages siluriens les plus profonds que dans les autres, et ils y sont même représentés par un plus grand nombre d'espèces que les familles ou les ordres inférieurs de leur type pris séparément. Ainsi, les nautilacés comptent plus de quatorze espèces, et les ammonées plus de trente. Dans le terrain silurien ou de transition inférieur du Fichtelgebirge, ces deux familles appartiennent à la classe des céphalés, qui renferme les mollusques les plus parfaits.

Les mollusques sont extrêmement abondants à l'état fossile, surtout dans les couches marines et d'embouchure ; il semble donc qu'au lieu de présenter partout le mélange des genres les plus divers, des espèces les plus éloignées, ils auraient dû laisser au moins dans quelques points du sol primaire, des marques de leurs transformations successives, et qu'ils devraient s'y montrer parfois dans un ordre à peu près analogue

à l'échelle organique que l'étude de l'organisation comparée démontre. Or, il n'en est rien, comme les faits viennent de nous le prouver.

Les mêmes genres et quelquefois les mêmes espèces ont été observés sur les points du globe les plus éloignés. Le genre *orthis* appartient à la fois à l'Europe et à l'Amérique du Sud; le genre *lœptœna* ou *productus*, à l'Europe, à l'Amérique, et à l'île de Van-Diémen; le *terebratula Wilsonii* (Sow.) est commun à l'Angleterre, à la France, à la Suède, à l'État de l'*Ohio*. Le *spirifer oblatus* (Sow.) rapporté de Van-Diémen par le vaisseau *la Bonite*, est semblable à ceux de Visé en Belgique; le *calceola-sandalina* caractérise des couches siluriennes de Zanesville dans l'État de l'Ohio, aussi bien que celles de diverses contrées de l'Europe.

4° Les *articulés* se divisent en dix classes; deux seulement sont représentées dans le sol primaire, mais l'une est déjà la septième du type, dans l'ordre ascendant, celle des hétéropodes, et l'autre est la plus parfaite de toutes, celle des hexapodes ou insectes.

Dans la classe des hétéropodes, c'est l'ordre des entomostracés et celui des branchiopodes ou trilobiens, que l'on a trouvé dans les premières couches du globe. Les trilobiens se divisent en six familles, comprenant par leur réunion un assez grand nombre de genres et cent trente-quatre espèces suivant M. Milne Edwards. Or, toutes ces familles, tous ces genres, depuis les plus simples jusqu'aux plus composés, se sont rencontrés dans nos terrains primaires qui renferment à eux seuls plus de soixante-dix-sept espèces de cet ordre éteint d'animaux.

Enfin, beaucoup de trilobites sont identiquement les mêmes sur divers points de l'Europe et de l'Amérique. Le *calimena-macrophthalma* (Brong.) se retrouve en Angleterre, en France, dans le Mecklembourg, et à New-York, aux États-Unis; l'*asaphus Debucchii* (Brong.) en Angleterre, en Russie, en Norwége, et dans les parties septentrionales et méridionales du nouveau continent; le genre *homalonotus* (Konig.) est commun à l'Angleterre et aux montagnes de Cedar-Berg, au cap de Bonne-Espérance.

Les hexapodes ou insectes sont peu nombreux. Cependant on a cité des ailes de papillon, et des empreintes d'ailes de scarabées sur les ardoises alumineuses des mines d'Andrarum, dans la province de Scarie en Suède. Ces fossiles étaient associés à des trilobites. Les scarabées appartiennent à l'ordre des coléoptères qui présentent l'organisation la plus élevée du type des articulés.

5° Le type des ostéozoaires ou vertébrés appartient également à la forme paire; il se divise en cinq classes qui ne se sont pas toutes rencontrées dans le terrain primaire. On y a trouvé les poissons, les reptiles et leur sous-classe, les ptérodactyles, justement les classes les plus exposées à devenir fossiles.

Il existe des poissons dans les schistes argileux de Wenlock et de Dudley, à la partie inférieure des couches siluriennes moyennes. Il ne paraît pas qu'ils aient été encore déterminés, et nous ignorons s'ils se rapportent à la division des poissons osseux ou à celle des poissons cartilagineux. Mais M. Agassiz a constaté la présence de poissons cartilagineux dans les couches siluriennes supérieures de Ludlow, dans la Grande-Bretagne, et celle de poissons osseux dans l'étage inférieur du vieux grès rouge de Ruppertsdorf en Bohême. Nous ne parlons point des espèces osseuses appartenant aux percoïdes, aux aulostomes et aux scombéroïdes, qui ont été observées dans les schistes ardoisiers de Glaris, en Suisse, parce que la position de ces schistes, que l'on avait d'abord rangés parmi les terrains primaires, est très-contestée aujourd'hui.

C'est dans un calcaire d'eau douce de Burdhie-Housse, près d'Édimbourg, sous le calcaire marin de montagne, que des restes nombreux de reptiles et de ptérodactyles ont été observés par M. Hilbert. Le dépôt qui les contient repose donc immédiatement sur le vieux grès rouge que les géologues, pour la plupart, rangent dans le terrain primaire. Mais ce calcaire d'eau douce appartient-il au système des couches inférieures ou à celui des couches supérieures? forme-t-il la première assise du sol secondaire, ou la dernière du sol primaire? Ce doute gênera peu ceux qui savent combien nos divisions de terrains sont arbitraires.

Quoi qu'il en soit, si le calcaire de Burdhie-Housse est en dehors du système primaire, aucun autre dépôt ne saurait en être plus voisin, puisqu'il lui est contigu. Les reptiles que M. Hilbert à recueillis se rapportent à deux divisions différentes de leur classe, ce sont des sauriens et des tortues marines et d'eau douce, Le même observateur a retrouvé une autre espèce de chélonien ou tortue de mer dans un calcaire de Kirkton, près de Bathagte, analogue et parallèle à celui de Burdhie-Housse.

Ainsi tous les types du règne animal sont représentés dans le terrain primaire, et plusieurs dans leurs espèces les plus élevées, les plus complètes ; il n'y a donc pas eu de transformation de ces types les uns dans les autres, ni de leurs espèces les unes dans les autres.

Nous pouvons en dire autant des végétaux. Ils se divisent très-naturellement en six groupes, dont quatre surtout sont très-distincts et comprennent la plus grande partie des espèces actuellement existantes, ce sont les agames, les cryptogames, les monocotyledones et les dicotyledones.

Les agames sont représentés dans le sol primaire par deux genres marins de la famille des algues, les *gigartinites* et les *amansites* (Brong). Ils sont communs au calcaire de transition, de l'île de Sinoë, près de Christiania, en Norwège, et à celui de Québec, au Canada, dans l'Amérique septentrionale.

Les cryptogames vasculaires forment la division générale la plus élevée du second type du règne végétal ; les équisétacées, les fougères et les lycopodiacées lui appartiennent. Nos terrains contiennent des plantes terrestres que tous les botanistes rapportent à ces familles, telles que les *calamites*, les *adiantites* et les *gleichenites* (Goepp.), les *cyclopteris* (Brong.), et les *stigmaria*. Les fougères du genre adiantite paraissent même propres au terrain de transition. Les calamites primaires sont répandues en France, en Allemagne et en Amérique.

Les plus parfaits des végétaux, les dicotyledones eux mêmes, existaient pendant l'époque primaire. M. Jackson a reconnu des cactées dans l'anthracite du Grauwacke grossier de Boston ; il y signale aussi des espèces du genre *asterophyllites* (Brong.), genre éteint et de famille incertaine, mais que M. Adolphe

Brongniart lui même considère comme *des indices non évidents, mais fort probables*, de plantes dicotylédones (1). On a indiqué une espèce de ce même genre, l'A. *pygmea* dans le terrain de transition de Berg-Haupten, mais elle est douteuse.

Si nous ne craignions de nous appuyer sur des éléments incertains, nous pourrions citer encore les *sigillaria;* mais les botanistes ne sont pas d'accord, les uns en faisant des fougères, les autres, avec plus de raison à notre avis, en faisant des euphorbiacées, plantes dicotylédones.

Les monocotyledones seules manquent jusqu'ici dans le sol primaire, mais leur absence, loin de prouver en faveur du panthéisme, prouve contre lui; puisque nous y trouvons des dicotylédones, qui sont beaucoup plus élevés dans l'organisation végétale.

Du reste, les monocotylédones sont représentés dans le calcaire d'eau douce de Burdhie-Housse, contigu au terrain primaire, si même il ne lui appartient pas, par le genre *cyperites* (Lindley et Hutton), de la famille des cypéracées. Le système houiller, qui vient ensuite, réunit plusieurs divisions de ce même type des palmiers, des asphodélées, des cannées, et plusieurs autres monocotylédones de familles incertaines.

En résume donc, le système primaire réunit déjà les types les plus parfaits comme les plus simples du règne végétal; nous y voyons déjà la distinction de plantes terrestres, comme les fougères, et de plantes aquatiques, comme les algues. D'un autre côté, nous y avons aussi retrouvé non-seulement tous les types généraux du règne animal, à l'exception du plus imparfait, celui des amorphes, mais la plupart des divisions de ces types et presque toujours les plus élevées dans la série animale. Sur aucun point nous n'avons découvert d'indices de ces prétendues transformations d'espèces plus simples en espèces plus composées, pas même dans la distribution des mollusques. Tout au contraire, nous avons trouvé les espèces les plus compliquées, existant simultanément avec les plus simples, et même se rencontrant fossiles avant elles dès l'origine. Partout les animaux sont associés aux végétaux, les animaux et les vé-

(1) Prodrome.

gétaux des types les plus simples aux animaux et aux végétaux des types les plus élevés, les espèces les moins compliquées à celles qui le sont plus. Dès cette première époque, un grand nombre d'espèces voisines, et souvent les mêmes paraissent répandues sur les points les plus distants du globe, dans le midi et le nord de l'Europe, en Europe et en Amérique, dans les deux continents et à la Nouvelle-Hollande. Dès cette première époque, la distribution des espèces se montre telle qu'elle existe dans l'époque actuelle; elles étaient réparties dans les mers, comme les trilobites et la plupart des mollusques primaires, dans les bassins d'eau douce, comme les trionix et les sauriens du calcaire de Burdie-Housse, sur les terres découvertes et dans l'air, comme les papillons et les scarabées ; il en est de même des végétaux. Ces espèces, cette répartition, ces types, ces plans généraux ne sont donc pas, ne peuvent pas être le résultat de transformations lentes et successives. Ce que les faits anatomiques nous ont démontré (1) dans ce qui reste de la création, les faits géologiques le démontrent dans ce qui a disparu, pour l'origine; les uns et les autres tiennent le même langage que la Genèse, et s'accordent avec elle pour nous enseigner que les espèces végétales et animales sont réelles et qu'elles ont été établies sur la terre par le créateur lui-même.

En outre, on rencontre dans tous les terrains des espèces fossiles qui sont encore vivantes, et cela depuis les couches les plus inférieures jusqu'aux plus superficielles. Mais une preuve sans réplique, c'est que toutes les espèces éteintes viennent remplir des lacunes dans la série des espèces vivantes; elles viennent compléter cette série qui, sans elles, manque de plusieurs chaînons. Si cependant il y avait eu transformation des espèces les unes dans les autres, on ne comprend pas comment de telles lacunes existeraient, et bien moins encore comment elles seraient comblées par les espèces éteintes.

D'ailleurs les espèces éteintes et les espèces encore vivantes se rencontrent ensemble dans les mêmes couches, non pas une fois, non pas deux, mais constamment ; elles existaient donc ensemble, et leur apparition n'a point été séparée par de longs intervalles, comme le voudraient les panthéistes.

(1) Voir t. I.

Enfin, les espèces vivantes ne sont fossiles que dans le sol du pays où elles vivent encore aujourd'hui, et les espèces éteintes, au contraire, ont souvent leurs analogues dans les contrées très-éloignées du lieu où on les rencontre fossiles. C'est ainsi que les singes éteints d'Europe n'ont plus d'analogues qu'en Asie et en Afrique. Les insectivores éteints en Europe n'ont plus d'analogues que dans l'Asie et l'Afrique ; il en est de même des espèces éteintes d'ours, de petits ours, de mustelas, de viverras, de felis, de canis, d'hyène, de sus, d'hippopotame, de rhinocéros, d'éléphants ; toutes les espèces éteintes de ces genres se trouvent en Europe, où elles n'ont plus d'analogues. Les espèces éteintes de didelphes, rencontrées dans le sol d'Europe, n'ont plus d'analogues que dans le nouveau Monde. Les grands reptiles d'embouchure, rencontrés fossiles en Europe, n'ont plus d'analogues qu'en Asie, en Afrique et en Amérique. Il en est absolument de même de toutes les classes des autres types. Osera-t-on dire que les analogues survivants sont des transformations des espèces éteintes? mais comment ont-elles émigré d'Europe en Asie, en Afrique ou dans le nouveau Monde? car, pour un grand nombre, tels que les reptiles aquatiques, les grands mollusques de mer profonde, les mammifères terrestres qui ne peuvent traverser les eaux, l'émigration est impossible. Dira-t-on que les espèces éteintes desquelles se sont transformées les vivantes ont existé autrefois dans les pays où vivent maintenant leurs transformations? mais pourquoi alors ne les y a-t-on pas rencontrées fossiles? Et si on venait à les y rencontrer, cela prouverait encore bien plus puissamment contre les transformations, puisqu'il serait prouvé qu'elles ont existé simultanément sur des points du globe trop éloignés, pour qu'elles aient pu naître les unes des autres.

La géologie se réunit donc à la zoologie pour prouver que les espèces sont fixes et déterminées en harmonie avec des conditions aussi fixes et déterminées ; et que, quand ces conditions leur sont enlevées, les espèces périssent et ne se transforment pas. Les principes de la science et les faits nombreux qui nous montrent des lacunes dans la série animale vivante, et, dans le sein du globe, des espèces éteintes qui comblent ces

lacunes, prouvent que nulle espèce n'est, en elle-même et en particulier, nécessaire à l'existence du monde, mais que cependant elle en décomplète l'ensemble et l'harmonie par son extinction. D'où il suit que chaque espèce est un être contingent; que la réunion de toutes les espèces est aussi un ensemble contingent; que le monde n'est point nécessaire, puisqu'il peut de fait manquer d'un grand nombre de ses parties sans cesser d'exister, et sans que ces parties ou espèces fixes soient remplacées par d'autres. Le monde et les êtres qui le composent ne sont donc ni Dieu, ni parties de Dieu, qui ne peut être conçu incomplet, ni manquant d'aucune perfection, ni périssable, ni contingent.

Il en est tout autrement du monde, il a commencé, il doit finir; et sa fin s'avance chaque jour sous nos yeux. Déjà un grand nombre d'espèces animales ont péri sans retour; il en est de même des végétaux, dont un grand nombre d'espèces sont éteintes. Les animaux et les végetaux diminuent tous les jours à la surface du globe, avec d'autant plus de rapidité que l'espèce humaine se multiplie davantage; tout cède à l'homme, tout se retire devant lui; et il semble destiné à faire rentrer dans le néant la création faite pour lui. La terre créée pour servir d'habitation à l'homme, pour être son domicile de passage et d'épreuve, tend donc à redevenir vide et déserte comme elle était à l'origine. La demeure de l'homme du temps ne sera bientôt plus habitable, et l'humanité qui absorbe tout, marche rapidement à l'accomplissement de ses destinées; et l'on prévoit un temps certain où elle n'existera plus que dans ses destinées de l'éternité.

Rien n'est donc stable en ce monde, tout commence et tout finit, il n'existe donc pas par lui-même, il a donc été nécessairement créé; il n'y a point dans le monde des causes et des lois de création, mais au contraire de destruction pour chacun des êtres qui le composent. Ces êtres, en particulier, ne sont donc point le produit du monde, ni un résultat de ses lois. Ils ont donc été créés ce qu'ils sont; et, par conséquent, Dieu a nécessairement créé, non-seulement l'univers dans son ensemble, mais encore dans ses détails.

C'est ainsi que la géologie, sérieusement interrogée, vient,

comme les autres sciences, confirmer l'enseignement divin qui apprend à l'homme son origine et celle de ce monde, sa destinée et sa fin.

LEÇON XXVI.

DU TEMPS QUE LES FORMATIONS DIVERSES DU SOL ONT DEMANDÉ.

Nous arrivons enfin à celle de toutes les questions géologiques qui excite au plus haut degré la curiosité du vulgaire; la question du temps qu'il a fallu pour former les terrains, pour accumuler tant de débris d'animaux et de végétaux dans les couches du sol, pour superposer ces couches mêmes, etc. C'est même cette question qui a donné lieu à tous les systèmes d'époques et de révolutions; on ne voyait pas comment expliquer, avec les temps historiques, la durée immense que paraissaient réclamer le nombre des superpositions, leur étendue et leur puissance. Alors, on a demandé du temps, on a cherché dans les hypothèses des révolutions et des créations successives à longs intervalles, la solution d'un problème qui embarrassait l'imagination. Et, pour sauver la chronologie de Moïse, on a torturé son récit de la création; on a fait dire à son texte ce qu'il ne dit pas; on a nié l'unité harmonique des lois qui régissent les êtres; on a nié à Dieu la puissance de coordination des êtres de cet univers pour la transporter à la matière et à ses lois; et de conséquences en conséquences, on a été logiquement conduit à l'éternité de la matière et au panthéisme matérialiste. Et toutes ces erreurs lamentables sont venues de l'impuissance où était la curiosité avide d'une imagination sans frein, de fixer les temps que lui semblaient réclamer les phénomènes géologiques.

Cette question a donc pris un caractère de gravité telle, qu'il est nécessaire de l'approfondir d'une manière sérieuse.

Et, d'abord, cette question du temps nécessaire à l'accomplissement des phénomènes géologiques est-elle soluble?

Est-elle soluble dans les diverses hypothèses qu'on a proposées pour la résoudre?

Est-elle soluble en dehors des hypothèses et par les faits en eux-mêmes?

Dans quelles limites est-elle soluble, pour la série minéralogique, pour les débris des corps organisés végétaux, pour ceux des corps organisés animaux?

Ce sont là tout autant de différentes faces de la question, que nous devons examiner avant d'oser porter un jugement. Nous y sommes d'ailleurs préparés par toutes les études que nous avons faites jusqu'ici. Et quand même il nous serait démontré que la question du temps est rigoureusement insoluble, les conséquences auxquelles nous sommes arrivés n'en seraient pas moins certaines, parce qu'elles en sont complétement indépendantes. Les objections qu'on prétendrait tirer de cette question ne prouveraient absolument rien ; car une question insoluble ne peut conduire à des conséquences certaines. Et c'est un devoir de bon sens, de raison et de logique, pour tout homme sérieux, de ne jamais se permettre d'induire d'une question insoluble, des objections contre des principes et des vérités solidement établies d'ailleurs.

D'autre part, la question des temps géologiques n'ayant paru jusqu'ici pouvoir être résolue que par des hypothèses insoutenables en elles-mêmes, et opposées à toutes les lois physiques et naturelles connues, il est évident que ce n'est pas là une solution. Car nier et détruire tout ce qui est évident et solidement établi d'ailleurs, pour résoudre un point inconnu, ne pourra jamais passer sérieusement pour une solution. Celle-ci n'est valable, et les hypothèses sur lesquelles elle se fonde n'ont d'autorité qu'autant qu'elles établissent un accord avec les vérités déjà connues et auxquelles elle touche. Si donc, dans ces derniers termes, nous pouvons proposer des moyens de solution, il est évident qu'ils seront logiquement et mathématiquement préférables aux hypothèses insoutenables en elles-mêmes, et qui brisent tous les nœuds de la chaîne des vérités connues.

Après ces observations préliminaires, indispensables pour

éclairer la raison du lecteur, venons à l'examen des diverses faces de la question.

II. *La question du temps nécessaire à l'accomplissement des phénomènes géologiques est-elle soluble?*

Quiconque aura médité attentivement tout notre Cours, comprendra que la géologie est l'histoire des ruines de la terre et de la destruction des êtres qui l'habitent ; la série des décompositions et des modifications du sol par des causes nombreuses, locales, variables dans leur intensité et leur durée. Dès-lors, rien n'est fixe et rigoureux ; car, ce qui, sous des causes faibles et lentes, ne s'est accompli qu'en cent ans dans un lieu, a pu dans un autre se réaliser en quelques semaines sous l'action de causes puissantes et énergiques ; voilà pour la surface. Mais, dans un même lieu, des causes énergiques, après avoir produit des effets puissants, se ralentissent, parce qu'elles ont tout nivelé, et ne produisent plus que lentement des effets presqu'imperceptibles. Il n'y a donc point de comparaison possible entre les effets des mêmes causes à diverses époques. Partant, point de calcul de temps rigoureux.

Pour faire un calcul rigoureux et qui pût offrir quelques chances de solution, il faudrait 1° avoir mesuré exactement l'étendue et la puissance de chaque strate, ses rapports avec toutes les strates en contact avec elle, dans un même bassin ; 2° comparer les divers bassins ainsi étudiés entre eux ; 3° connaître sur une assez vaste échelle la durée de formation de couches marines, fluvio-marines et d'eau douce ; 4° la durée des lois de multiplication et d'accroissement des êtres qui ont le plus contribué à la formation de chaque strate ; 5° retrouver les limites exactes des anciens bassins, afin de juger leurs côtes, leurs falaises, la direction des vents sur leurs eaux, celle de leurs courants ; 6° retrouver les anciens affluents d'eau douce qui ont contribué à combler ces bassins, connaître l'étendue, la largeur du cours de ces fleuves et de leurs affluents. Quand toutes ces questions préliminaires et beaucoup d'autres seront résolues pour tous et chacun des bassins géologiques, alors on pourra essayer un calcul plus ou moins rigoureux des temps géologiques.

La question du temps n'est donc pas soluble d'une manière

rigoureuse, démontrable ; et l'on peut hardiment douter qu'elle puisse jamais l'être en elle-même. On ne peut donc rien en conclure au point de vue philosophique, et nous pourrions déjà en demeurer là, si on ne l'avait si singulièrement enflée et tournée contre la vraie philosophie, selon l'habitude des esprits légers, sans logique et sans principes de méthode, qui mettent leur imagination à la place de la science positive pour se leurrer eux-mêmes en égarant le vulgaire qui n'est jamais mieux ébranlé que quand on a réussi à ébahir son imagination.

C'est donc pour répondre à tous les paradoxes émis sur cette question du temps géologique, que nous devons en examiner les autres faces.

II. *La question du temps nécessaire à l'accomplissement des phénomènes géologiques est-elle soluble dans les diverses hypothèses qu'on a proposées pour la résoudre ?*

Des géologues assignent 60,000 ans de durée à la période de totale incandescence du noyau terrestre.

Un auteur accorde 200,000 ans à la seconde période que caractériserait l'apparition des plantes et des animaux marins. Elle renferme les terrains primaires et secondaires.

D'autres demandent 30,000 ans environ pour l'époque des animaux terrestres.

Nous sommes dans la quatrième période, celle de l'homme, laquelle, d'après certains calculs, compte déjà 72,000 ans de durée.

La réunion de toutes ces périodes donnerait au monde 362,000 ans de durée, ni plus, ni moins.

Or, les considérations sur lesquelles reposent ces calculs si affirmatifs, sont, ou des conséquences de simples hypothèses insoutenables en elles mêmes, ou des faits mal observés.

1° *Raisons déduites des hypothèses.* D'abord, quant au noyau terrestre, nous avons prouvé largement (1) que tout, en géologie comme dans les autres sciences, conduit à reconnaître que la terre a été créée directement par la puissance divine pour être habitée, par conséquent avec toutes les conditions nécessaires à l'existence des êtres qui devaient l'habiter. Nous croyons avoir

(1) Voir Leçons XVI, XVII et XVIII de ce vol., voir aussi t. I.

prouvé également que l'origine ignée de la terre ne peut être démontrée, et que tout, au contraire, tend à prouver que ses grandes chaînes de montagnes primitives et ses bassins marins sont le résultat immédiat de la puissance créatrice à laquelle il a suffi de vouloir pour que les choses fussent. Rien d'ailleurs, en géologie, ne réclame une autre origine. Il est bien vrai que certains esprits ont demandé la formation de la terre par la fluidité ignée, dans le but unique d'appuyer leurs hypothèses. Mais un enchaînement d'hypothèses aussi nombreuses qu'on voudra, ne prouve absolument rien, quand elles ne sont vérifiées par aucun fait, par aucun principe positif, comme c'est le cas actuel. Il faut donc déjà opérer la soustraction des 60,000 ans de durée assignés à la période de totale incandescence du noyau terrestre, puisque cette totale incandescence n'a probablement jamais eu lieu.

La question du temps géologique est donc ainsi ramenée à la seule durée des formations du sol de remblai, postérieur à la terre primitivement créée.

Or, dit-on : « Il a fallu 6 ou 7 mille ans, pour former la légère couche qui renferme les restes fossiles de l'homme, et qui recouvre le dernier diluvium de Cuvier ; donc, il faut compter au moins 300 mille ans pour la formation de tout ce qui est au-dessous. »

Que de suppositions dans une seule !

1° On suppose qu'il a fallu 6 ou 7 mille ans pour former la couche qui recouvre le diluvium, où sont renfermés les animaux d'espèces perdues. Sur quoi se fonde-t-on ? sait-on à quelle époque cette couche a commencé à se former, et depuis combien de temps elle est achevée ? Comment ne voit-on pas qu'il y a contradiction à admettre à la fois que l'homme existe depuis 7,000 ans, et que cette couche a demandé tout ce temps pour se former ?

Car, si elle se formait, il y a 7 mille ans, l'homme ne pouvait pas l'habiter, elle était immergée ; ou, si toute la terre n'était pas immergée, quelle preuve a-t-on que l'homme n'existait pas quelque part longtemps avant que cette couche ne commençât à se former ? Comment sait-on que les 7 mille ans, écoulés depuis l'apparition de l'homme jusqu'à présent, ont été employés à la

former, lorsque tout le monde sait, par l'histoire et les traditions des peuples, que cette couche est le siége des plantes, des animaux et de l'homme, depuis au moins 4 mille ans ?

2° On suppose que l'arrivée de l'homme a correspondu à la fin du dépôt de cette couche superficielle, et qu'il n'existait point auparavant, parce que ce dépôt ne renferme rien qui constate l'existence de l'homme, à ce qu'ils prétendent contre des faits nombreux ; et cependant ils conviennent, d'autre part, que le diluvium de l'Asie et du nord-est de l'Afrique est précisément celui qui n'a pas encore été exploré.

3° Puisqu'on prétend qu'il a fallu 7 mille ans pour former ce qui recouvre le diluvium, on suppose donc qu'il peut se faire sur le sol émergé quelque chose d'analogue à ce qui se fait sous les eaux, supposition profondément absurde, et sans laquelle cependant il n'y a rien à conclure pour les autres terrains, puisqu'on prend celui-ci pour mesure.

Il ne suffirait même pas de cette analogie, il faudrait encore qu'il y eût quelque proportion entre les effets des causes qui agissaient de part et d'autre.

4° On suppose qu'il existe un diluvium de Cuvier, ou autre ; mais si les blocs erratiques qui servent à le caractériser, se trouvent aussi dans les anciens terrains, tels que le grès des Vosges, ce qui n'est pas douteux ; si les cavernes à ossements ne sont que des dépôts fluviatiles ; si les sables et les graviers ne sont que les derniers dépôts abandonnés par les mers dans leurs retraites, et demeurés meubles, parce qu'ils n'ont pu être recouverts, etc., etc., toutes choses qui sont certaines, que devient le diluvium ? Il disparaît évidemment avec la mesure de temps qu'on demandait à une telle hypothèse, faute de mieux.

Il est certain, d'ailleurs, que l'homme fossile, et des produits de ses arts, sont associés à des espèces perdues.

Il est certain que des fossiles identiques à des espèces vivantes ont été trouvés bien au-dessous du prétendu diluvium, et jusque dans les terrains tertiaires moyens.

Ainsi, les calculs établis sur le prétendu diluvium croulent de toutes parts et sont inadmissibles.

Les calculs, qui se fondent sur les autres systèmes ne sont pas plus solides.

Cuvier supposait deux ou trois grandes invasions des mers sur nos continents, pour expliquer le dépôt de la craie blanche, et des différentes tranches du calcaire grossier. Entre les retraites et les retours des flots marins, des fleuves, des lacs déposaient le gypse, les argiles, etc., et divers genres d'animaux qui n'existent plus, se partageaient et remplissaient de leurs générations ces intervalles successifs. Remarquons bien que si Cuvier n'est allé que jusqu'à la craie, les principes de sa théorie embrassent tous les terrains inférieurs ou les alternances des dépôts marins et d'eau douce, sont assez nombreux pour qu'il fallût admettre peut-être *plusieurs centaines* d'invasions de la mer sur les continents. Or, la théorie employait nécessairement un temps prodigieusement long à l'accomplissement de ces grandes et si nombreuses révolutions.

Il fallait du temps pour que la mer fît ses dépôts; il fallait du temps pour qu'elle abandonnât peu à peu le sol qu'elle avait englouti, pour que ces dépôts devinssent un sol habitable, pour que ce sol se couvrît de nouveaux ordres de végétaux, et puis d'animaux créés pour renouer la chaîne des êtres, et remplacer les animaux et les végétaux détruits par la mer.

Il fallait du temps, pour que chaque espèce végétale et animale trouvât des circonstances favorables à son existence; car ce n'était plus la volonté créatrice qui disposait les choses, mais les causes secondes qui agissaient seules; et si l'homme ne saurait concevoir comment les causes secondes pourraient produire l'animal et le végétal le plus simple, il conçoit bien moins encore comment elles produiraient les animaux et les végétaux les plus compliqués, avec des circonstances qui ne seraient évidemment pas les plus favorables.

Il fallait du temps pour que de nouveaux fleuves, de nouveaux lacs, après s'être creusé des bassins, pussent entasser leurs sédiments sur les sédiments de l'ancienne mer; pour la production et le développement de tous ces êtres successifs;

Enfin, il fallait du temps pour que cet ensemble de phénomènes se reproduisît plusieurs centaines de fois.

Mais quelles étaient les causes assez puissantes qui venaient à point nommé, par périodes presque régulières, comme le prouvent les alternances des couches marines et d'eau douce,

jeter la mer hors de son bassin, et l'y faire ensuite rentrer ; puis la rejeter encore quand ses eaux devenaient proportionnellement moindres en comparaison de l'augmentation du sol? Que de miracles sans Dieu pour les faire !

Dès que le synchronisme des formations aqueuses est démontré pour plusieurs bassins ; dès qu'il est démontré que, dans le même bassin, des couches de rivages, des alternances d'embouchures, des couches de mer, des rescifs madréporiques, des dépôts de craie dans la mer profonde, se formaient simultanément sur divers points d'un même bassin ; dès qu'il est très-probable que toutes les couches secondaires, au lieu d'être successives, sont contemporaines ; que des terrains tertiaires et des alluvions pouvaient se déposer dans certains bassins, pendant que les terrains secondaires continuaient à se former dans d'autres, la nécessité des siècles exigés pour l'hypothèse que nous avons renversée, disparaît avec elle.

D'ailleurs, comment cette hypothèse pourrait-elle résoudre la question du temps, lorsqu'elle suppose des faits contraires à toutes les lois physiques connues, lorsqu'elle détruit les conditions d'existence des êtres, et lorsqu'elle demande à la matière de produire et de créer ce que ses lois ne peuvent que détruire ; l'hypothèse qui nie tant de faits et de vérités certaines ne prouve et ne résout évidemment rien.

L'hypothèse des soulèvements des montagnes est celle qui a eu la prétention de fixer les temps et les époques géologiques d'une manière plus affirmative. Nous avons déjà examiné cette hypothèse et nous ne l'avons point trouvée satisfaisante. D'abord il faut lui enlever toutes les montagnes primitives, puisque un globe terrestre sans montagnes, sans reliefs aucuns, était évidemment un globe sans bassins de mer, et sur lesquels on ne conçoit pas que des érosions, des détritus aient pu donner lieu à la formation de couches quelconques. Lors donc que les grandes chaînes granitiques ont été soulevées, si elles l'ont été, les couches primaires ou transitives, qui sont des détritus de ces montagnes, au dire de la plupart des géologues, n'étaient pas encore formées, et par conséquent n'ont pu être brisées, ni soulevées par elles. La stratification discordante des couches siluriennes avec les couches cambriennes, aussi

bien que toutes les stratifications discordantes peuvent être dues à toute autre cause qu'à celle des soulèvements; il a suffi, en effet, d'un changement de direction dans les courants pour déposer les couches siluriennes dans une direction opposée à celle des couches cambriennes. Le changement de direction des courants ou des eaux a pu lui-même être causé par une érosion des falaises, par le comblement même des rivages que les couches cambriennes avaient remplis, etc., etc. En outre, la stratification discordante n'existe pas dans toutes les localités entre les terrains siluriens et cambriens. Enfin, les terrains cambriens peuvent bien n'être, dans un grand nombre de cas, qu'une décomposition sur place des parties superficielles des montagnes primitives.

Ainsi, les stratifications discordantes qu'on apporte pour prouver les soulèvements, ne les prouvent nullement dans bien des cas; il en est autrement des couches disloquées et brisées, mais elles sont restreintes à des localités très-limitées et ne suffisent pas pour établir une révolution dans la surface du globe.

Une autre raison grave tirée de la loi même, d'après laquelle auraient été régis les divers systèmes de soulèvement, vient montrer tout l'arbitraire de la fixation des époques dans cette hypothèse. En effet, les systèmes de montagnes sont distingués les uns des autres par leur direction, et une direction différente établit des époques différentes; c'est là la loi de l'hypothèse. Or, parcourons les systèmes divers en les comparant dans leur direction, afin de voir si cette loi est réelle. Le premier soulèvement est le système du hundsruck; sa direction O. 35° S. E. 35° N. est à peu près la même que celle de la Côte-d'Or, qui court par O. 40° S.; cependant, les dépôts cambriens auraient été seuls soulevés dans le système du hundsruck, tandis que le système de la Côte-d'Or aurait soulevé jusqu'aux dépôts jurassiques, ce qui fait du système de la Côte-d'Or le septième système, malgré sa direction à peu près semblable à celle du premier. D'autre part, le plateau central de la France, qui ne présente pas même de dépôts de transition, est rangé dans le premier système à cause de la direction de ses couches de gneiss. Ainsi, dans un cas, la direction des couches établit le système

de soulèvement, et dans un autre elle ne l'établit pas, parce que l'on suppose les terrains soulevés d'époque différente; alors quelle loi fixera l'époque? sera-ce la composition minéralogique des terrains? Mais cette composition minéralogique ne prouve absolument rien pour l'époque de soulèvement, puisque des calcaires pouvaient très-bien être déposés dans une localité, lorsque dans une autre il ne se déposait que des détritus granitiques, et le soulèvement des calcaires dans cette localité a pu s'effectuer en même temps que dans l'autre se soulevaient les couches de transition; la composition minéralogique ne peut donc rien déterminer. Sera ce les débris des corps organisés, différents dans les deux terrains? Mais cette différence prouve seulement que les conditions d'existence étaient différentes dans les deux localités, et que dès-lors des espèces différentès y vivaient dans le même temps. Nous l'avons largement prouvé.

La direction des systèmes étant mise de côté, comme il le faut forcément, la composition minéralogique et la différence des débris organiques ne pouvant rien déterminer, il ne reste évidemment plus que l'arbitraire, car il n'y a pas d'autres faits à invoquer.

Ce n'est pas seulement dans le premier système que cet arbitraire et ces contradictions se manifestent; tous ces *inconvénients* (dans le sens *quod est inconveniens* de saint Thomas) se retrouvent dans les autres systèmes de soulèvement.

Ainsi dans le 2e *soulèvement, système des ballons*, les dépôts siluriens ont conservé leur horizontalité primitive jusqu'à nos jours en Scandinavie et en Finlande, par exemple; mais ils ont été dérangés ailleurs et soulevés avec les terrains cambriens. Comment déterminer ici les époques? Il n'y a pas moyen. Mais de plus, le système des *ballons* est si rapproché de celui des Pyrénées par sa direction qu'il n'y a entre eux qu'un angle de 3°. Comment distinguer ces deux systèmes, dont l'un est le second, celui des ballons, et l'autre, celui des Pyrénées, est le neuvième? On donne pour raison la présence de la houille autour des ballons, et, dans les Pyrénées, le soulèvement de la craie qui n'aurait eu lieu qu'après les cinq dépôts regardés comme intermédiaires à la houille et à la craie. Mais c'est toujours la même

impossibilité de rien déterminer, pour toutes les mêmes raisons que nous avons signalées pour le premier système, et ensuite parce que nous avons démontré que tous les terrains secondaires depuis la houille jusqu'à la craie étaient très-probablement contemporains.

Un autre *inconvénient* non moins grave, ce sont les gneiss du plateau central de la France qui présentent dans leurs couches des directions semblables en beaucoup de points à celles de ce second système ; et nous venons de voir qu'elles en présentaient aussi de semblables aux directions du premier système. Ainsi, voilà des gneiss d'un même plateau qui devront appartenir à deux systèmes différents, à cause de leurs directions semblables à celles de ces deux systèmes, tandis que la Côte-d'Or et les Pyrénées n'y appartiendront pas, quoique leurs directions soient semblables à celles de ces mêmes systèmes ; ce qui est *inconvenant* (*quod est inconveniens*).

Il serait inutile de parcourir tous les autres systèmes, pour y montrer la même absence de logique, de raisons et de causes, et toujours, au contraire, le même arbitraire dans la fixation des systèmes et des époques ; pour éviter des redites, nous passons à une autre contradiction de l'hypothèse même.

Comme il est impossible de faire rentrer tous les faits dans cette hypothèse des systèmes de soulèvement, qui se trouve à chaque pas en opposition avec ces faits, on a été obligé, pour expliquer certains terrains soulevés, mais regardés comme d'époques postérieures au soulèvement du système qui les supporte, on a été obligé de supposer qu'après un premier soulèvement, ce système s'était affaissé pour recevoir ces terrains, sans toutefois qu'on puisse assigner la cause merveilleuse qui serait venue ainsi, à point nommé, soulever d'abord et affaisser ensuite un même système.

Ainsi, dans le 10e *soulèvement, système de la Corse*, « l'accident arrivé à notre planète, dit-on, n'est plus marqué, comme
» dans les systèmes précédents, par un relèvement des couches
» formées immédiatement auparavant, par la raison que le calcaire grossier parisien, qu'on devrait trouver alors, a manqué
» dans les lieux où la nouvelle catastrophe s'est manifestée.
» L'absence de ce dépôt signifie que le sol était alors élevé au-

dessus des mers dans lesquelles il se formait (1); mais comme l'observation nous montre que dans ces lieux mêmes il s'est fait depuis d'autres dépôts marins qui se rapportent au terrain de mollasse, il en faut conclure que ce qui se trouvait élevé d'abord au-dessus des eaux marines s'est nécessairement affaissé en un certain moment : c'est là le résultat principal de la catastrophe en question. En effet, une partie du bassin de » Paris, la Touraine, la plus grande partie de la Gascogne, » toute la Suisse, la vallée du Rhône depuis Lyon jusqu'à la » mer, aussi bien que plusieurs parties de l'Italie, de la Corse » et de la Sardaigne, qui, ne renfermant pas de calcaire pari- » sien, devaient avoir été portées au-dessus des eaux par le sou- » lèvement pyrénéen, ont dû s'affaisser alors pour recevoir les » dépôts de mollasse qu'on y trouve. »

Pourquoi veut-on que l'absence du calcaire parisien prouve le soulèvement de ce système avec celui des Pyrénées; et pourquoi la présence de la mollasse prouverait-elle son affaissement subséquent pour la recevoir? Il n'y a absolument aucune raison, si ce n'est deux suppositions de la géologie artificielle, démontrées absolument fausses par toute l'étendue, soit en largeur, soit en profondeur, de tous les terrains. La première de ces suppositions fausses pose en principe qu'un terrain a dû se former en même temps sur toute la surface de la terre converte par les eaux; par exemple, dans le cas présent, que le calcaire grossier parisien aurait dû se former sur toute l'étendue de la terre inondée; et dès-lors le système de Corse n'ayant pas de calcaire parisien, aurait été émergé alors. Mais cette supposition d'un terrain quelconque qui se serait formé tout à la fois sur toute l'étendue du sol immergé, est tout ce qu'il y a de plus faux en géologie. Sa fausseté est démontrée dès le temps de Lamétherie, et elle n'a fait qu'apparaître de plus en plus évidente depuis. Non, il n'y a point ainsi de terrain qui recou-

(1) Cette absence du calcaire grossier ne signifierait-elle pas plutôt ou que la mollasse était déposée avant le calcaire grossier parisien, dans le système corse au moins, ou que les causes du calcaire grossier n'ont point agi dans ce système? Cela paraîtrait tout aussi probable et beaucoup plus en harmonie avec tout l'ensemble des variations locales des phénomènes géologiques. Le tort de ce système comme de tous les autres est de vouloir tout expliquer par une seule cause hypothétique.

vre toute la terre; mais il y a des terrains locaux, différents entre eux par la composition minéralogique et par les fossiles, quoiqu'ils soient contemporains.

La seconde supposition fausse, qui découle de la première, c'est que les terrains divers superposés en certains lieux, quoique ne l'étant pas dans d'autres, se seraient tous formés successivement, de façon que le premier aurait été déposé partout, quand le second a commencé à se former, que celui-ci aurait été terminé partout quand le troisième a commencé. En un mot, c'est la supposition que la classification artificielle des terrains est une vérité, tandis que nous avons démontré amplement que ce n'était qu'une abstraction, une généralisation artificielle, qui n'a presque aucun rapport avec la réalité des faits tels qu'ils sont dans la nature.

Qu'on réfléchisse à la conséquence rigoureuse de ces deux suppositions, et l'on verra si l'on peut seulement y songer. Car si elles sont vraies, il faut absolument admettre qu'à l'époque des terrains tertiaires parisiens, par exemple, qui ne sont guère connus que dans le bassin de Paris, de Londres et de Bruxelles, toute la terre était découverte, à l'exception de ce petit bassin, qui était la seule mer de l'univers; ce qui est un *inconvénient* (*quod est inconveniens*).

Il y aurait bien d'autres observations à faire sur l'hypothèse des époques géologiques, par systèmes de soulèvement; mais, nous en avons dit assez, tant dans cette leçon que dans tout notre Cours, pour démontrer que cette hypothèse croule de toutes parts; qu'elle n'explique point ce qu'elle prétend expliquer; qu'elle est opposée, comme celle des irruptions de la mer, à toutes les lois physiques connues; que, comme elle encore, elle viole toutes les lois des êtres, nie la puissance créatrice pour en attribuer le rôle aux causes secondes. Elle ne résout donc rien, et ses calculs de siècles infinis ne sont évidemment qu'un jeu d'imagination sans base, un problème arithmétique sans aucune donnée; ce qui est un *inconvénient* grave (*quod est inconveniens*).

Nous ne dirons rien de la classification artificielle des terrains; classification qui les suppose tous successifs, et formés de façon à ce que chacune de leurs couches aurait été déposée en même

temps sur toute la surface immergée du globe ; et que, dès-lors, elles seraient concentriques, et s'envelopperaient successivement comme les diverses couches d'une prune, par exemple, dont l'épiderme enveloppe la pulpe, et celle-ci enveloppe le noyau, celui-ci enveloppe l'amande. C'est sur une telle classification, résultat hypothétique d'une généralisation abstraite qui n'a aucune réalité, que se sont pourtant basés tous les calculs de temps. L'étude que nous avons faite de toute la géologie, nous a suffisamment démontré combien cette classification utile, quand elle fut introduite, était loin de la vérité ; et, par conséquent, combien les calculs de temps basés sur elle sont des inanités et des produits de l'imagination de leurs auteurs.

Si, maintenant, nous portons une vue générale sur la méthode suivie dans tous les systèmes, nous remarquerons que, quel que soit le système qu'on examine, les géologues qui ont prétendu soutenir, dans ces systèmes, la grande antiquité de la terre, jugent de l'ensemble des effets d'une cause par ses moindres produits, et de ce qu'elle produit dans une circonstance, par ce qu'elle produit dans une autre toute différente.

Rapportent-ils les terrains granitiques à la cause ignée, ils évaluent la durée et l'importance des formations granitoïdes, d'après celle des produits volcaniques proprement dits, comme si les produits volcaniques nous donnaient la mesure de la puissante action de cette cause.

Parlent-ils des produits volcaniques, ils les évaluent dans leur ensemble, d'après ceux de l'Etna et du Vésuve, comme s'il n'y en avait pas trois cents fois davantage dans le bassin des mers ; et comme s'il y avait quelque chose de régulier dans la cause ignée.

On a voulu juger par le temps que certains phénomènes mettent à s'accomplir sur la terre exondée, de celui qu'ils avaient mis dans les temps passés et sous les eaux ; sans penser que ce qui se fait sous les eaux est infiniment plus important, et que les eaux agissent encore aujourd'hui sur une immense échelle.

On a comparé ce que l'action marine et fluviatile produit en ce moment dans nos climats d'Europe, à ce qu'elle produisait à l'époque des terrains tertiaires ou plus anciens ; sans penser que

l'étude des fossiles de ces terrains induit à croire qu'ils ont été produits sous une température beaucoup plus chaude; c'était donc dans les climats chauds qu'il fallait aller chercher des exemples.

On a parlé du temps que nos rivières mettent à s'encaisser; et l'on n'a pas vu qu'elles font peut-être moins aujourd'hui en mille ans, qu'elles ne faisaient en quelques semaines, lorsque la mer se retirant devant elles, leurs courants avaient à raviner des dépôts encore détrempés par les eaux; on n'a même pas songé à étudier ce que les grands fleuves d'Amérique font à leur embouchure et même bien avant dans la mer, puisqu'on y suit leurs eaux à plus de 200 lieues.

On n'a pas voulu voir que toutes les causes qui produisaient les terrains avaient dans les temps anciens des matériaux plus abondants à leur disposition; que les montagnes, aujourd'hui abaissées et dénudées jusqu'à l'ossature, abandonnaient alors plus de débris aux vents et aux courants; que, beaucoup plus nombreuses, les forêts immenses sans culture, et décomposées sur place, formaient plus de terreaux en un an que nos petites forêts en cent ans; que les eaux plus étendues et peut-être plus chaudes, détruisaient plus rapidement le terrain qu'elles attaquaient, etc., etc...

Avons-nous la prétention de déterminer l'âge de la terre par la géologie?

Pas pour aujourd'hui.

Si nous revenons sur cette question, ce ne sera que pour réunir quelques données auxquelles d'autres viendront peut-être se joindre demain, après-demain, dans cinquante ans, cent ou mille ans; enfin, quand les sciences diverses, qui doivent concourir à la solution d'un problème si difficile, auront fait des progrès suffisants pour le résoudre *à posteriori*, si toutefois cela est possible d'une manière rigoureuse ou même approximative.

Mais nous croyons avoir prouvé qu'il est impossible de le résoudre par les hypothèses qui ont été proposées, et que tous les calculs de ces diverses hypothèses se réduisent à zéro; qu'on a grand tort par conséquent d'en farcir l'imagination de la jeunesse, en en remplissant les livres que l'on met entre ses mains. On ne doit proposer à la jeunesse que des idées saines et vraies;

et lui offrir des paradoxes et des hypothèses d'imagination pour des choses démontrées, c'est tendre un piége funeste à son intelligence et à sa raison, et lui préparer pour plus tard les luttes terribles de sa conscience morale, sinon sa ruine! Cela n'est pas bien!

LEÇON XXVII.

TEMPS, ETC.

La question des temps géologiques est-elle soluble par les faits en eux-mêmes? Dans quelles limites est-elle soluble?

Pour répondre à ces graves questions, nous avons besoin de résumer succinctement toutes les parties de notre Cours en y ajoutant quelques nouvelles données; par là nous répondrons aux interprétations fausses et particulières de certains faits isolés, et nous établirons les bases d'une solution les plus vraisemblables, parce qu'elles seront fondées sur l'harmonie de l'ensemble des faits et des lois.

Nous devons d'abord bien fixer la question, en mettant de côté le noyau central de la terre avec ses grandes chaînes granitiques, parce que nous avons démontré, dans notre dix-septième Leçon, que ce noyau primitif avec ses montagnes, ses vallées, ses fleuves et ses mers, ne pouvait être attribué qu'à la volonté immédiate du Créateur. Par conséquent, il n'y a point de longues durées de temps à chercher pour sa production. Mais nous avons, sinon prouvé, au moins donné, dans notre dix-neuvième Leçon, de fortes raisons de croire que les gneiss et les schistes primaires, dépourvus de débris organiques, ou bien datent de la création, ou bien sont des décompositions ou des produits sur place des montagnes primitives.

La question se réduit donc à savoir combien de temps ont demandé, pour leur formation, les terrains primaires de dépôts et de transport, les terrains secondaires et tertiaires.

Nous aurons dès-lors à examiner d'abord chaque terrain en particulier, dans sa composition minéralogique et organique, végétale ou animale, puis dans ses causes de formation ; en second lieu, nous aurons à examiner tous les terrains dans leur ensemble et leur rapport, se formant sous l'influence des deux causes principales aqueuse et ignée.

I. *Temps des terrains primaires*. Les terrains primaires renferment des gneiss, des micaschistes, des schistes, des calcaires et des grès.

La plupart des gneiss peuvent être considérés ou comme de même origine que les granits, ou comme une exfoliation sur place des parties superficielles des granits, d'où les agents météoriques ou les eaux auraient enlevé certaines substances composantes. Mais comme cette décomposition a dû se faire plus ou moins rapidement, suivant les circonstances des localités diverses, il n'est pas possible d'avoir une mesure de temps, bien qu'on doive admettre que cela s'est fait d'autant plus rapidement que les montagnes granitiques étaient plus élevées et exposées à un climat plus chaud et plus uniformément humide par les évaporations aqueuses, comme tout prouve que cela dut avoir lieu dans les premiers temps, alors que les mers couvraient la plus grande partie de nos continents actuels.

Les micaschistes et plusieurs schistes sont dans le même cas que les gneiss ; la plupart peuvent être considérés comme primitifs ou modifiés sur place par des causes analogues.

Mais les gneiss, les micaschistes et les schistes qui sont le résultat d'un dépôt aqueux se sont formés avec d'autant plus de rapidité que les montagnes qui en ont fourni les matériaux étaient plus élevées ; que les agents météoriques et aqueux étaient plus énergiques, ce que tout prouve avoir eu lieu dans l'origine. Buffon assure, d'après sa propre expérience, que tout le monde pourra s'assurer, par des procédés aisés, à répéter que le verre et les grès en poudre se convertissent, *en peu de temps*, en argile, seulement en séjournant dans l'eau (1). Voilà donc l'origine des micaschistes et des schistes, qui ont dû demander d'autant moins de temps pour se former, que les agents

(1) Leçon v^e^.

météoriques réduisaient plus rapidement en poudre les substances vitrescibles et sableuses des granits, et que les eaux s'en emparaient plus promptement et sur une vaste échelle.

Les sables, les grès, les grauwackes ou psammites sont tous des détritus des montagnes primitives, plus ou moins mélangés, plus ou moins réduits en grains fins et homogènes, et qui ont dû aussi demander d'autant moins de temps que les causes déjà mentionnées étaient plus actives. Nous avons vu, en effet, que les montagnes s'abaissaient rapidement et fournissaient une grande abondance de détritus, jusqu'à ce qu'elles fussent arrivées à une pente de 40° à 45°, état où elles demeurent à peu près stationnaires (1).

Les calcaires primaires peuvent être considérés ou comme primitifs, ou bien comme un résultat de la chaux contenue dans les roches primitives et combinée avec l'acide carbonique que les eaux dissolvent continuellement de l'atmosphère, ou bien encore comme un produit organique. Dans les deux premiers cas, il aura fallu d'autant moins de temps pour les former que les éléments étaient vierges et dans toute leur vigueur, tandis qu'une fois remaniés et transformés, ils demeurent stables. Quant aux calcaires organiques, nous en parlerons ci-dessous.

La cristallisation et les nombreux cristaux qu'on rencontre surtout dans les terrains primaires, ont demandé encore beaucoup moins de temps; on cite, en effet, un grand nombre de cristaux de roche formés dans les marbres de Carrare et en plusieurs autres lieux; la silice à l'état gélatineux s'est cristallisée en *un seul jour* par *la seule chaleur atmosphérique ;* ces faits de cristallisation, que les Plutoniens veulent attribuer exclusivement au feu, ont été observés par les minéralogistes les plus compétents, et prouvent que les lois de la nature actuelle sont les mêmes que celles de la nature primitive, et qu'il est superflu d'appeler une chaleur hypothétique et inconnue pour former notre globe et ses cristaux (2).

La rapidité avec laquelle se solidifient toutes les roches exondées, la probabilité que les agents électriques ou caloriques ont

(1) Leçon VIIe.
(2) *Revue Britannique*, t. II, p. 215 et suiv.

modifié plusieurs roches, ne permettent pas de prendre en considération le temps que demandent les couches calcaires et siliceuses.

S'il faut admettre dans les terrains primaires l'action des sources thermales siliceuses et calcarifères, l'exemple des travertins de Rome qui offrent dans les temps historiques plus de 60 à 80 pieds de puissance, et plusieurs autres faits analogues, n'allongent pas non plus beaucoup le temps.

Enfin, si l'on considère que tous ces groupes de roches se formaient simultanément en des localités diverses, ou en des points divers de la même localité, on comprendra qu'il n'a pas fallu des milliers d'années pour former les terrains primaires.

II. *Terrains secondaires.* Les terrains secondaires sont formés des détritus des montagnes primitives dans leurs sables et leurs argiles, sur lesquels nous ne reviendrons pas; de substances charbonneuses, de substances calcaires et siliceuses; de couches de pleine mer et de rivages; de débris de dislocations ou de soulèvements, etc. Nous allons passer en revue chacune de ces substances.

Les charbons de terre ou houilles offrant seuls une difficulté parmi les substances charbonneuses, nous ne nous occuperons que d'eux. Quand on étudie de près les houillères, on ne tarde pas à se convaincre qu'elles se rapprochent plus des tourbes d'une part et des détritus végétaux transportés dans des lacs ou des bassins marins de l'autre, que de tout autre fait.

On trouve des charbons dans presque tous les terrains, excepté dans les terrains primitifs; cependant les couches de charbon se trouvent le plus souvent dans les couches schisteuses, appuyées aux montagnes primitives; elles sont recouvertes de schistes, de grès, et toujours plus ou moins séparées par des couches argileuses et sableuses qui s'intercalent entre chaque lit de houille.

Les bassins houillers sont toujours parfaitement circonscrits et limités, ce qui, joint à l'alternance des couches, ne laisse aucun doute sur leur formation dans des baies marines, des lacs ou d'immenses marécages.

Les débris d'animaux ou de végétaux qu'on trouve dans les houilles, les huiles bitumineuses, l'alcali ammoniacal, l'azote,

l'hydrogène sulfuré qu'on en retire, ne permettent pas de douter que les êtres organisés ne leur aient donné naissance.

Jamais on ne trouve une couche de charbon seule; il y en a toujours plusieurs superposées les unes au-dessus des autres, et elles sont séparées par d'autres couches de différentes substances. L'épaisseur des différents lits de houille superposés n'est pas la même; il y en a dont l'épaisseur n'est que de quelques lignes, et qui ont la même étendue en surface que les plus épais; il y a, au contraire, des couches qui ont jusqu'à 40 et 50 pieds d'épaisseur. Enfin, les couches sont plus ou moins nombreuses suivant les bassins; dans les montagnes de Saint-Gilles, près de Liége, on compte 61 couches de charbon; ailleurs on n'en compte que 40 et même moins, et, dans quelques endroits très-rares, il s'en est trouvé jusqu'à 80.

Tous les faits précédents ne permettent pas d'attribuer la formation des houilles a des révolutions successives des eaux qui auraient envahi et évacué tour à tour le sol où croissaient les végétaux qui ont donné naissance aux houilles. Que de révolutions incroyables, en effet, puisqu'il y en aurait eu autant que de couches! Comment auraient-elles été si parfaitement limitées, qu'au nombre de 80, de 60 dans certains lieux, elles n'eussent été, sur d'autres points, qu'au nombre de 40 et moins?

Comment le sol se serait-il relevé et successivement abaissé autant de fois sur le même point, pour recevoir les eaux et les expulser ensuite à chaque fois? ou bien, comment le fond du bassin eût-il été assez peu inondé pour laisser croître les végétaux, tandis que tout autour les eaux auraient continué à déposer des argiles et des sables? Comment, enfin, dans cette supposition, y aurait-il des couches de quelques lignes seulement d'épaisseur? On le voit, toutes ces difficultés insolubles repoussent l'hypothèse des révolutions, pour nous ramener encore ici à des causes simples, naturelles et continues.

En effet, les observations ont fait reconnaître que le plus grand nombre des végétaux déterminés de la houille, appartiennent aux cryptogames vasculaires, et les autres aux phanérogames monocotylédones; on sait, en outre, que les cryptogames vasculaires vivantes de nos zones tempérées, sont en

général des plantes basses et rampantes, tandis que celles du terrain houiller se distinguent par des tiges de très-grandes dimensions.

Les indices connus font penser que les gîtes houillers de toutes les parties du globe, de toutes les zones, présentent les mêmes caractères de végétation.

Or, la comparaison de la flore houillère avec celle des diverses régions du globe, la rapproche de la flore de la zone torride et principalement de celle des îles plus petites et plus éloignées des continents. On remarque, en effet, que ces îles se rapprochent davantage de ce que nous connaissons dans les terrains houillers, tant par la proportion numérique des espèces de différentes classes, que par le développement que prennent ces espèces.

Ce rapprochement a fait supposer que non-seulement nos contrées étaient, à l'époque de la formation du terrain houiller, douées d'une température plus élevée que celle dont elles jouissent maintenant; mais aussi, qu'au lieu d'appartenir à de grands continents, elles formaient des archipels composés d'îles peu étendues au milieu d'une vaste mer; conséquence qui reçoit encore une nouvelle confirmation de l'absence de débris d'animaux terrestres dans les terrains primordiaux en général, et puis de la position même des houillères autour d'îles de terrain primitif, de montagnes au pied desquelles on les rencontre toujours.

Les rapports de la houille avec le charbon végétal et avec la tourbe, ainsi que l'abondance des restes de végétaux qui l'accompagnent, ont fait supposer, depuis longtemps, qu'elle devait son origine principale à la décomposition des végétaux; mais on objectait, contre cette hypothèse, qu'il était difficile de supposer, surtout dans nos contrées tempérées, une force végétative suffisante pour produire des masses aussi importantes que nos couches de houille. Or, cette difficulté se trouve en partie levée par le fait que la flore de cette époque est presque exclusivement composée de ces plantes simples, dont le développement a lieu avec rapidité sous des circonstances favorables; circonstances dont l'élévation de la température primitive par la plus grande étendue des mers, est la principale.

Deux opinions principales se sont présentées pour expliquer la formation de la houille. L'une admet que la houille a été formée comme nos tourbes, sur la place même où croissaient les végétaux; l'autre, que les substances végétales ont été réduites en bouillie et transportées par les eaux avec des parties plus ou moins considérables de végétaux intègres.

La première opinion nous conduit à reconnaître, dans les bassins houillers, d'anciennes tourbières. Rappelons donc les phénomènes des tourbières.

Elles se trouvent le plus ordinairement dans les lieux bas et marécageux; néanmoins, il y en a aussi dans des lieux très-élevés, pourvu qu'il s'y trouve des marécages.

Le sol toujours très-spongieux des tourbières retient les eaux des pluies, qui, en devenant trop abondantes, soulèvent la masse entière de la tourbe. Si elle est située dans des lieux inclinés, elle coule alors comme font les glaces dans les hautes montagnes. Elle s'étend de cette manière sur des terrains considérables, et l'on ne peut arrêter ses progrès qu'en pratiquant des fossés d'écoulement pour les eaux.

Dans les lieux bas, la tourbe est également soulevée au point de former des îles flottantes, qui sont quelquefois entraînées jusqu'à la mer.

Les plantes aquatiques qui contribuent le plus à la formation de la tourbe, sont les prêles, les scirpes, les typha, les conferves, etc. Ces plantes végètent avec beaucoup de force et augmentent chaque année la tourbe d'une quantité considérable.

Il se forme dans les tourbières, des pyrites, des huiles bitumineuses, des gaz, des acides sulfuriques et sulfureux, etc.

Dans un grand nombre de houillères, les végétaux sont les mêmes que dans les tourbes, ou bien ce sont des analogues. Tout porte donc à croire que plusieurs houillères ont commencé par être des tourbières. Seulement, comme dans le principe, les îles marécageuses étaient environnées d'eau de toutes parts, et la température était plus élevée et plus uniforme, comme tout porte à le croire, et comme cela a encore lieu dans les îles et les pays voisins des mers, la végétation y était plus vigoureuse; des espèces différentes pouvaient y vivre, ou bien les espèces actuelles pouvaient y atteindre des proportions qu'elles n'attei-

guent plus. Et ainsi, les détritus de chaque année étaient plus considérables. Si les tourbes de la Hollande croissent déjà si rapidement, que devaient donc être les tourbières anciennes?

La présence, dans le terrain houiller, de végétaux très-délicats, qui ont conservé toutes leurs parties, la rareté des animaux aquatiques dans ce même terrain, et son analogie avec la formation actuelle des tourbes dans les lieux bas et marécageux, déterminent M. Adolphe Brongniart à penser que le terrain houiller a été formé dans des îles basses et marécageuses, sujettes à des inondations qui déposaient, au-dessus des dépôts végétaux, les couches de schistes et de psammites qui séparent ordinairement les couches de houille. On conçoit, en effet, que ce mode de formation a pu avoir lieu pour certains endroits.

En effet, aujourd'hui, nous voyons les grandes inondations. les années pluvieuses, se reproduire presque périodiquement, de façon à laisser quelques années entre les inondations des pluies extraordinaires; sous d'autres climats, au contraire, la période des pluies et des inondations est annuelle; elle l'est même plus ou moins pour tous les climats. Il est très-convenable d'admettre que cette périodicité a dû exister dans tous les temps, et être peut-être même plus prononcée dans les premiers temps pour les îles tourbeuses environnées de mers. Or, il est évident qu'entre chaque période pluvieuse annuelle ou de plusieurs années, la couche de tourbe acquérait une épaisseur d'autant plus considérable que les conditions étaient plus favorables. et que les années pluvieuses étaient plus éloignées les unes des autres. Chaque inondation venait couvrir la couche de détritus tourbeux, d'une ou plusieurs couches de gravier, de sable ou d'argile, etc., qui étouffait la végétation, et n'en laissait les germes que çà et là, et principalement sur les bords du marécage. L'inondation passée, ces germes de végétation se développaient de nouveau sur toutes les couches minérales, et cela avec une rapidité dont ce qui se passe aujourd'hui après les inondations de nos fleuves et de nos torrents, nous donne une idée. De la sorte, une nouvelle couche tourbeuse se formait, pour être ensuite recouverte par une nouvelle inondation, et ainsi de suite, pendant un temps d'autant plus long, que le bassin marécageux était plus profond et d'un niveau plus

abaissé; ce qui explique le grand nombre de couches de certains bassins très-bas, auprès du petit nombre de couches, d'autres bassins moins bas et moins profonds, et qui furent par là même plus tôt comblés et desséchés.

De la sorte, la succession alternative des mêmes phénomènes a produit l'alternance des nombreuses couches de houille et d'argile ou de psammites qu'on rencontre en certaines localités. Mais il est évident que ce mode naturel n'admet aucune révolution, aucunes destructions successives de plusieurs créations végétales, puisque toutes les assises présentent les mêmes végétaux; il n'admet pas davantage des irruptions itératives avec des séjours plus ou moins prolongés des eaux marines, qui auraient certainement détruit tous les germes, toutes les sources de la végétation et empêché par là même la continuation de sa reproduction, de ses dépôts et des alternances des couches végétales et minérales. Tandis qu'il est tout naturel d'admettre, ce que nous voyons tous les jours, que la première végétation, développée et accumulée sur toute l'étendue d'un bassin marécageux, soit momentanément recouverte et détruite par le séjour des eaux météoriques et fluviatiles, et par leurs dépôts dans le fond de ce bassin; puis que, l'eau venant à diminuer soit par la saison plus chaude, soit par l'accumulation des dépôts minéraux et la cessation des pluies, les végétaux des bords ou des îlots du marécage qui auront survécu à l'inondation, regagnent de nouveau tous les dépôts à demi desséchés et s'y propagent jusqu'à ce que revienne une nouvelle inondation, toujours partielle, au moins dans son séjour plus ou moins prolongé. Dans cette interprétation naturelle, rien n'empêche de regarder le fond du bassin marécageux comme un lac plus ou moins étendu, dans lequel des cours et des crues d'eau amènent tous les détritus végétaux, les îlots flottants de tourbes, des parages marécageux environnants, en même temps que dans d'autres circonstances, d'autres saisons, ou d'autres années, ils y amèneront des sables et des argiles. Réduite à ces proportions naturelles et infiniment probables, cette interprétation devient claire et nette, sans qu'il soit besoin des miraculeuses destructions et des créations successives plus miraculeuses encore;

mais aussi on est obligé de renoncer à ces magnifiques évolutions des siècles indéfinis se déroulant en milliers et en millions d'années au gré d'une imagination féconde qui se complaît à briser les limites trop étroites du réel pour voguer et se balancer à l'aise sur l'Océan sans rivages de ce qui lui paraît possible.

La seconde opinion, celle qui admet que les substances végétales de la houille ont été transportées par les eaux, s'appuie sur la position et la disposition des couches de houilles dans plusieurs bassins, sur la présence de débris d'animaux aquatiques marins et d'eau douce, sur la grande quantité de végétaux charriés encore aujourd'hui par les grands fleuves d'Amérique, sur les dépôts que les fleuves apportent encore dans les lacs, etc. Or, il faut avouer que ces raisons ne sont pas moins puissantes que celles de l'opinion précédente. Nous croyons donc que l'exclusion ne doit pas plus être admise ici que dans tous les autres phénomènes géologiques; mais que l'on doit accepter la diversité des causes qui ont agi simultanément suivant la différence des localités et des circonstances. Et dès lors, pendant que, suivant la première opinion, de la houille se formait, pour ainsi dire sur place dans une île marécageuse, des fleuves, traversant d'immenses forêts sur un autre point du globe, charriaient des masses considérables de détritus et des parties mêmes de végétaux, ici dans un lac d'eau douce, ailleurs dans un golfe marin. Puis, quand la saison des détritus aura été passée, ces mêmes fleuves auront déposé des sables ou des argiles; ou bien encore, la mer ou les eaux du lac auront étendu leurs dépôts minéralogiques sur les couches végétales. A la saison suivante, les détritus végétaux auront recommencé de nouveau à être charriés pour être encore recouverts par des couches minérales, et ainsi de suite. Dans certaines années de tempêtes, de ravinement plus profond, de pluies plus abondantes et plus continues, les détritus végétaux auront pu être balayés de toutes les parties de la vaste forêt, entraînés plus longtemps et plus abondamment par le fleuve et ses affluents, et ils auront ainsi donné naissance aux couches charbonneuses les plus puissantes. Dans une autre année, au contraire, la sécheresse ou d'autres causes auront diminué la quantité des

détritus, et il ne se sera déposé qu'une couche très mince. Enfin, les mollusques terrestres, fluviatiles et marins, ainsi que plusieurs autres animaux, tels que poissons et reptiles d'embouchure, auront été, dans tous les cas, entraînés et déposés avec les végétaux ou les couches qui les recouvrent. Tel est évidemment, dans plusieurs cas, l'un des modes de dépôt de la houille, dont ce qui se passe dans les grands fleuves et les vastes forêts d'Amérique nous donne une idée.

La comparaison des gîtes houillers justifie d'ailleurs les deux modes de formations que nous venons d'exposer; ainsi la plupart des gîtes houillers du plateau central de la France ont été formés dans des flaques d'eau douce, et se rapportent probablement au premier mode; les houillères de Belgique et d'Angleterre paraissent, au contraire, se rapporter au second mode.

Cependant, soit que le bassin houiller eût été une tourbière, soit qu'il eût été un bassin de dépôts transportés, il dut s'y passer ce que nous voyons encore se passer aujourd'hui dans des circonstances analogues. Il se dégagea de ces matières végétales et animales, avant leur minéralisation, beaucoup de gaz d'hydrogène sulfuré, d'azote, d'acide carbonique, etc..., comme il s'en dégage des marais et de toutes les matières végétales et animales amoncelées et passant à l'état de décomposition. Or, nous savons que dans les lieux où se dégagent tous ces gaz, il se forme du soufre; que ce soufre, en se combinant avec le fer de ces substances ou avec du fer de nouvelle formation, produit des pyrites. Nous retrouvons, en effet, l'acide sulfurique et les pyrites dans les tourbes, dans quelques bois fossiles, et jusque dans les argiles, les schistes et les ardoises.

On doit donc concevoir facilement, d'après ces faits, qu'il se sera formé des pyrites et du soufre au milieu des bois transportés, des tourbes et de toutes les matières végétales et animales qui ont concouru à la formation des charbons.

Cependant, les pyrites décomposées par les causes connues contractèrent de la chaleur; une fermentation fut déterminée; un embrasement auquel la décomposition de l'eau et même de la substance végétale fournissait l'hydrogène et l'oxygène suffisants, avait d'abord son foyer dans les assises profondes du

sol, carbonisait la tourbe ou les autres substances, sans perte considérable.

En effet, les eaux, les couches argileuses, les couches de sable ou de grès, fermaient en partie le passage aux gaz, et, en faisant obstacle au contact de l'air atmosphérique, empêchaient une trop grande déperdition. Tous les gaz étaient absorbés par la matière végétale et bitumineuse et se combinaient avec elle, puisque nous les y retrouvons, aussi bien que les sulfures de fer qui donnent à certaines houilles cet éclat doré, et les débris des pyrites. Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que les couches les plus superficielles, qui ont dû être moins éloignées du contact atmosphérique, sont beaucoup plus pauvres en bitumes et en principes huileux, aussi bien qu'en gaz, que les couches inférieures.

L'explication que nous donnons ne répugne du moins à aucune loi physique ou chimique, elle a même ses analogies dans les phénomènes volcaniques sous-marins, et l'étude des terrains houillers ne permet pas de douter qu'ils n'aient subi l'action d'une chaleur ou d'une fermentation quelconque. On pourra même, à l'aide de cette explication, rendre compte de la plupart des accidents des terrains houillers, des contournements des couches de houille, puisque la fermentation ignée a pu déterminer les mouvements des couches et du sol, en creusant des vides, et, par suite, déterminer également des brisements du sol et des couches, ou des plissements de celles-ci en sens divers.

Or, pour produire tous ces phénomènes, soit de transport. soit d'accumulation des détritus végétaux, soit de minéralisation, il n'aura pas fallu un temps énormément long.

Ce qui se passe dans les grands fleuves d'Amérique, nous donnera une idée du temps nécessaire au mode d'accumulation de la houille par transport. Tout le monde sait que, dans le moment actuel, les grands fleuves, et principalement ceux de l'Amérique méridionale, charrient une immense quantité de bois et de plantes marécageuses qu'ils transportent à la mer. — Plus de huit mille pieds cubes de matières végétales passent, dit-on, à l'une des embouchures du Mississipi en quelques heures. Or, en prenant pour base les calculs les plus dés-

avantageux, ceux proposés par les partisans des siècles indéfinis, calculs faits sur les bois réduits en charbon à l'air et sur des bois même pris dans les conditions les plus désavantageuses, voici les résultats auxquels on arrive. Suivant ces calculs, on trouve que les dépôts charbonneux ne peuvent être que les $\frac{22}{100}$ du volume primitif des matériaux qui leur ont donné naissance; bien entendu qu'on ne tient aucun compte de la combustion sans déperdition que nous avons indiquée, puisqu'au contraire on suppose la carbonisation s'opérant à l'air. Prenant donc cette base, et supposant seulement que huit mille pieds cubes de matières végétales passent en douze heures à l'une des embouchures du Mississipi, cela nous donne seize mille pieds cubes en vingt-quatre heures. En trois mois cela nous donne environ un million six cent mille pieds cubes, qui donneraient trois cent cinquante deux mille pieds cubes de charbon, ce qui donne déjà une assez forte couche de charbon; mais que cela se répète à toutes les embouchures du Mississipi, qui sont au nombre de quatre ou cinq, alors le calcul se quintuple. Enfin, que ces phénomènes se continuent seulement pendant cinq cents ans, et l'on aura une masse charbonneuse de cent soixante-seize millions de pieds cubes. Maintenant, que ces mêmes phénomènes se soient accomplis en même temps sur cinquante ou soixante points différents du globe, où de grandes forêts auraient été traversées par de grands fleuves se rendant soit à la mer, soit dans des lacs, et voilà soixante et quelques houillères qui n'auront pas demandé plus de cinq cents ans pour se former.

Quant au second mode de formation des houilles, le mode tourbeux, ce qui se passe en Hollande peut nous permettre de calculer approximativement le temps.

Ce pays, comme on le sait, contient des quantités immenses de tourbes, et l'art même est parvenu à y en produire journellement. Les tourbes naturelles sont formées, ici comme ailleurs, par la décomposition des plantes qui croissent dans ces pays marécageux. On enlève la tourbe pour l'utiliser; on creuse, en l'enlevant, un fossé plus ou moins étendu dans une vaste prairie tourbeuse. L'eau s'introduit ou est amenée dans

ce fossé. Il s'y produit des *conferva rivularis*, puis des *mousses*, des *lichens*, etc. ; toutes ces plantes s'amoncèlent, se décomposent, et, au bout de six à dix ans, on a une nouvelle tourbe qui est excellente et exploitable.

En prenant le chiffre le plus élevé, nous pouvons accorder dix ans au dépôt de chaque couche de houille, quoique les causes fussent plus énergiques et leurs effets plus considérables et plus rapides dans les premiers temps. Et en admettant que, terme moyen, les inondations qui auront déposé les couches minérales sur les couches charbonneuses, se sont produites ainsi de 10 ans en 10 ans, nous aurons, en 100 ans, 10 couches de houille alternant avec autant de couches d'argile ou de sable ; en 500 ans, 50 ; en 900, 90 ; en 1,000 ans, 100 couches de houille et autant de couches minérales alternantes. Or, parmi les bassins houillers connus, les plus puissants ne vont pas au-delà de 80 ou au plus 90 couches alternantes, et ce ne sont pas les plus nombreux.

Que ces phénomènes se soient seulement produits sur une centaine de points du globe, voilà cent nouveaux gîtes houillers qui, joints aux soixante et quelques précédents, donnent un plus grand nombre de gisements qu'on n'en connaît.

En outre, le plus grand nombre de bassins houillers reposent sur les terrains primitifs, et nous font par conséquent remonter à une époque où la végétation, répandue sur toute la surface du globe, y était d'autant plus active et vigoureuse, que la température était plus élevée ; que les terres exondées étaient des îles plus ou moins étendues et environnées de vastes mers ; que l'humidité chaude était plus abondante ; que l'homme n'avait pu encore dépouiller la terre de ses forêts comme il l'a fait depuis ; que les lacs et les marais n'étaient point encore comblés comme ils l'ont été depuis. Nous sommes ainsi amenés à conclure que ces premiers temps furent les plus favorables à la formation des houilles, et que quatre ou cinq cents ans après la création, la plupart des bassins houillers étaient remplis, et que tous ceux qui sont anciens pouvaient être comblés au bout de 1,000 ans au plus.

Or, une fois que la combustion ou la fermentation y fut déterminée, tout le monde sait qu'il ne lui fallut pas un long

temps pour faire passer ces dépôts de l'état tourbeux à l'état de houille.

Nous n'attachons point à ces calculs plus d'importance qu'ils n'en méritent; mais ils sont basés sur des données positives, sur des lois et des analogies naturelles, prises dans la nature même des substances végétales les plus généralement reconnues dans la houille, tandis que les calculs de millions d'années exigées par certains auteurs pour former les dépôts de houille, ont été basés sur nos bois taillis, nos futaies, dont on n'a point encore constaté la présence dans la houille, bien qu'il puisse s'y en rencontrer; et, en outre, sur ces bois carbonisés à l'air, tandis qu'il est certain que la houille a été carbonisée hors du contact atmosphérique. Nos calculs sont plus rationnels et plus logiques; ils sont plus en rapport avec les observations positives et les faits connus; calculs pour calculs, les nôtres valent donc les autres, s'ils ne sont préférables. C'est là tout ce que nous voulions constater.

Les substances charbonneuses, quelque puissance qu'elles aient dans l'écorce du globe, ne peuvent donc fournir aucun appui à la haute antiquité de la terre. Nous avons à examiner si les calcaires seront plus favorables à l'hypothèse des siècles indéfinis.

Les calcaires proviennent de trois sources principales; les calcaires primitifs, qui auraient été créés avec la terre, et dont nous ne parlons pas parce qu'on les a contestés; les calcaires provenant de sources thermales et qui prennent leur origine dans la chaux des roches primitives et l'acide carbonique continuellement dissous par les eaux; ils sont peu nombreux dans le sol en comparaison des suivants, aussi il est inutile d'en parler; les troisièmes calcaires qui forment presque à eux seuls la masse la plus considérable du sol de remblai, sont produits par deux grands types d'animaux, les malacozoaires ou mollusques, et les actinozoaires ou rayonnés.

Buffon, de Lamétherie et de Lamark (1) ont soutenu la thèse que les animaux à transsudation calcaire, dont il est ici question, transformaient l'eau en substance calcaire; quelle que soit

(1) Voir Leçons ve, viie et xviiie.

la manière dont on résolve cette question, nous croyons avoir démontré, dans notre dix-huitième Leçon, que l'action de ces animaux avait dû diminuer la masse des eaux primitives. Quoi qu'il en soit, il est certain que la plus grande partie des calcaires est due aux mollusques et aux rayonnés ou madrépores. Les calcaires fétides et bitumineux doivent probablement ces qualités à la chair de ces animaux, comme la substance pierreuse est due à leurs coquilles.

Or, combien de temps a-t-il fallu pour la production de ces immenses couches de calcaires qui forment la majeure partie de l'écorce du globe ?

Buffon avait très-bien entrevu cette question, lorsqu'il considère que, dans les mollusques, la matière pierreuse excède cinquante ou soixante fois la masse réelle du corps de l'animal; que le nombre des espèces est immense; que leur accroissement et leur multiplication sont prodigieux et rapides, la durée de leur vie courte, quoiqu'il en suppose la moyenne à deux ans; lorsqu'il considère qu'il faut multiplier par cinquante ou soixante le nombre presque immense de tous les individus de chaque espèce, pour se faire une idée de toute la matière pierreuse produite en dix ans; qu'enfin ce bloc déjà si gros de matière pierreuse, doit être augmenté d'autant de pareils blocs qu'il y a de fois dix ans dans tous les siècles qui se sont écoulés depuis le commencement du monde (1). Nous ajouterons seulement au problème quelques données plus précises : 1° les espèces fossiles, en général, sont beaucoup plus grosses et de plus grande taille que les vivantes ; ainsi les ammonites, qui ont quelquefois plus d'un mètre de diamètre ; les énormes cérites, les grands buccins, etc., etc. (2). 2° On compte déjà plus de six mille espèces fossiles perdues, sans parler des vivantes qui sont bien au moins au nombre de quatre mille espèces, ce qui donne environ dix mille espèces. 3° Les individus de chaque espèce sont certainement de plusieurs milliers, et il serait même téméraire de vouloir en fixer le nombre ; nous serons donc bien au-dessous de la réalité en prenant le nombre de dix mille. En outre, il faut considérer que ce nombre se décuple au moins tous les dix ans.

(1) Voir Leçon v°. — (2) Voir Leçon xxiv°.

D'après ces données on peut compter environ un quatrillion d'individus, produisant, l'un portant l'autre, un pied cube de calcaire en dix ans, terme moyen de leur vie établi par Buffon. Or, en deux mille ans seulement, nous aurions deux cent quatrillions de pieds cubes de matière calcaire.

Cependant la surface exondée de la terre est d'environ huit millions de lieues carrées, ou, en négligeant les chiffres secondaires, un quatrillion de pieds carrés. Par conséquent, en deux mille ans seulement, les mollusques auraient pu couvrir la terre exondée d'une couche toute de calcaire de deux cents pieds de puissance; et, si l'on veut réduire à la moitié, à cause de la compression et des divers accidents, cette couche aurait cent pieds de puissance. Il s'en faut beaucoup que la terre exondée soit couverte d'une telle couche, en y comprenant toutes les sortes de calcaire. Nous le répétons, nous n'attachons aucune importance à ces calculs; seulement on en a fait pour ébahir le vulgaire, nous en faisons pour le rameuer à sa tranquillité d'esprit, afin de lui permettre de juger non pas d'après des chiffres plus ou moins habilement groupés, mais d'après les faits naturels.

Si aux calcaires fournis par les mollusques nous ajoutons celui des polypiers, il sera impossible à tout esprit juste de songer encore aux siècles indéfinis. « En parcourant les archipels de la Polynésie et de l'Australie, on peut à peine faire une lieue sans rencontrer un banc ou une île de corail. Les bancs s'élèvent perpendiculairement du fond d'une mer que jamais la sonde n'a pu toucher, et les îles forment différents étages depuis le rocher battu par les flots, jusqu'au sol fertile que couvrent de grands arbres. « J'ai vu, dit Dalrymphe, dans ses *Recherches sur la formation des îles*, des bancs de corail de toute espèce; les uns entièrement sous l'eau, à plus ou moins de profondeur; d'autres dominant la surface de la mer, par la pointe de quelques rochers. Plusieurs commençant à prendre l'aspect d'îles, mais encore sans la moindre apparence de végétation; j'en ai observé également un grand nombre, dont les sommités se tapissaient déjà d'herbes sauvages; et d'autres enfin où croissaient des arbres superbes, que couvrait la plus riche végétation, tandis qu'à la distance d'une

portée de pistolet de l'île, on n'eût pu trouver le fond de la mer.

» Le détroit de Torres est presqu'obstrué d'îles semblables, et d'autres dont la formation est plus ou moins avancée... Le temps viendra où la Nouvelle-Hollande, la Nouvelle-Guinée et tous ces nombreux groupes d'îlots et de rochers au Nord et au Nord-Est, ne formeront qu'un seul et immense continent. »

« Il règne, dit le capitaine Flinders, le long de la côte orientale de la Nouvelle-Hollande, une chaîne de bancs de corail, parmi lesquels nous cherchâmes, pendant quatorze jours, un passage pour déboucher dans la pleine mer, et nous fîmes 500 milles avant de pouvoir en trouver un.

» Imaginons maintenant qu'un de ces immenses bancs de corail soit soulevé par un volcan sous-marin, et converti en une chaîne de montagnes formant des îles ou un continent, on y trouverait probablement la plupart des phénomènes que présentent les montagnes calcaires (1). »

« Sur toutes les hauteurs de Pulonias, île voisine de Sumatra, dit le docteur Jack, des masses madréporiques reposent immédiatement sur des roches d'une autre nature; et tout démontre qu'elles y ont été formées et non transportées. En général, elles ont éprouvé si peu d'altération, que le naturaliste y distingue aisément les différentes espèces de coraux et de madrépores dont elles sont composées.... On ne peut douter que cette île tout entière n'ait fait autrefois partie du fond de la mer.... C'est un phénomène bien remarquable qu'une île aussi grande, couverte de montagnes, dont quelques-unes n'ont pas moins de 3,000 pieds de hauteur, ait éprouvé si peu de commotions intérieures par l'action de la puissance qui l'a transportée à la place qu'elle occupe, que des productions marines extrêmement fragiles soient restées intactes. L'état de conservation parfaite dans lequel nous les voyons témoigne que l'époque où cette île apparut au-dessus des flots n'est pas d'une antiquité très reculée (2).

» Sans examiner si les îles de corail, si nombreuses dans l'Océanie, sont le sommet d'une montagne à pic, dont la base

(1) *Revue Britannique*, t. IV, p. 105. — (2) *Revue Brit.*, t. V, p. 23 et suiv.

est au fond d'une mer d'une profondeur immense, ou si elles ont été soulevées jusqu'au-dessus des flots par les fluides volcaniques, il nous suffit, pour le moment, de savoir que les zoophytes qui élaborent la matière calcaire dont elles sont formées, élèvent très-rapidement leurs fragiles demeures, dont les débris occupent sur une très grande épaisseur, un espace dont on n'a pas encore assigné les limites. Le capitaine King a parcouru 700 milles, longeant un rescif de corail dont les rares interruptions n'étaient pas de plus de 30 milles. Ces rescifs, qui s'étendent depuis la côte nord-est de l'Australie (Nouvelle-Hollande) jusqu'à la Nouvelle-Guinée, surpassent en longueur les plus grandes chaînes secondaires de l'Europe. Les géologues reconnaîtront aisément que ces masses de zoophytes, mêlées avec du sable calcaire et des débris de testacées si abondantes dans les mers équinoxiales entre l'Amérique et l'Asie, ont beaucoup d'analogie avec le calcaire oolithique d'une date plus ancienne (1).

» L'Océan méridional renferme plusieurs milliers d'îles, notamment dans l'archipel indien, et tout autour de la Nouvelle-Hollande, qui doivent leur origine à diverses tribus de polypes, telles que les cellepores, les isis, les madrépores, les millepores et les tubipores. Il est incroyable avec quelle rapidité ces animaux exécutent leurs travaux ; on les rencontre en masses considérables, dans des lieux où peu auparavant ils étaient inaperçus, et l'on observe que la navigation des mers où ces espèces d'animaux abondent, est rendue de jour en jour plus difficile par le nombre infini de rescifs qui s'élèvent de toutes parts, et qui formeront avec le temps de nouveaux archipels, et peut-être de nouveaux continents..... Aussitôt que le sommet du rescif est à fleur d'eau, et qu'il reste à marée basse, les polypes cessent d'élever leur construction. «

Tous ces faits ont été confirmés par tous les navigateurs ; or, il y a à peine deux cents ans que la Nouvelle-Hollande et ces autres îles sont connues et explorées. Ainsi dans ce court espace de temps, ces mers se sont encombrées jusqu'à rendre la navigation de plus en plus difficile ; et ce n'est pas sur un petit

(1) *Revue Brit.*, t. v, p. 45.

espace, puisque ces îles s'étendent sur des parcours de 500 milles, 700 milles, c'est-à-dire de deux cents et quelques à trois cents lieues environ, et elles surpassent en longueur les plus grandes chaînes secondaires de l'Europe. D'autre part, nous savons que sur les bords de la mer Rouge on taille dans le vif les coraux pour en tirer des blocs propres aux constructions, et qu'au bout d'une dizaine d'années, les creux formés par cette extraction sont comblés et peuvent être de nouveau exploités.

Pour ne rien exagérer, et en prenant, au contraire, le chiffre le plus modeste, supposons seulement 3 mètres de profondeur au creux ainsi comblé en dix ans, on pourra en tirer des blocs qui auront trois mètres cubes. Transportons cette mesure sur les trois cents lieues des chaînes madréporiques de la Polynésie, nous aurons en deux mille ans seulement des montagnes calcaires de 600 mètres, ou de 1800 à 2,000 pieds de puissance, et cela sur des étendues de deux à trois cents lieues.

Qu'ensuite les mers, dans lesquelles se sont formées ces chaînes calcaires, viennent à être comblées, ou expulsées par des dépressions du sol, ou par leur écoulement dans un bassin plus bas, ou par l'action de volcans sous-marins, voilà d'immenses étendues de pays qui se trouvent exondées, avec des montagnes et des vallées naturelles qui n'ont point été soulevées, mais qui sont sorties telles des eaux. Les agents météoriques arrondiront ensuite ces montagnes, qui finiront par prendre l'aspect définitif de nos chaînes secondaires. Çà et là, seulement quelques points pourront être brisés, d'autres conserveront leur verticalité abrupte, telle qu'on la remarque dans les rescifs qui se produisent maintenant, et qu'on la retrouve en certaines localités des terrains secondaires.

En réunissant les produits calcaires des mollusques avec ceux des madrépores ou polypiers de toutes espèces, on voit combien peu de temps il a fallu pour accumuler les divers calcaires du sol.

En réduisant au plus petit chiffre, nous avons vu qu'en deux mille ans, les mollusques auraient pu facilement couvrir la terre exondée d'une couche de calcaire de 100 à 200 pieds de puissance; mais il s'en faut beaucoup qu'il y ait des calcaires sur toute la terre exondée, il faut y joindre des sables nom-

breux, des argiles, etc. Les calcaires, pas plus que les autres substances minérales, ne se sont étendus uniformément sur le sol des mers, mais ils se sont accumulés en certains points, les uns par transports, les autres par le travail sur place des polypiers. L'accumulation du calcaire des mollusques aura donc donné en certains points des masses de 600 pieds de puissance, ailleurs de 2,000, plus ou moins, suivant les localités. Les calcaires des polypiers auront de leur côté fourni des masses analogues, en partie sur place, en partie par transport.

D'après ce que nous avons vu, les polypiers produisent très-probablement beaucoup plus de calcaire encore que les mollusques. Admettons cependant qu'ils n'en produisent qu'une quantité à peu près égale dans le même temps; ils nous donneront, en deux mille ans, une seconde couche calcaire sur toute la terre exondée, de deux cents pieds de puissance; jointe à celle des mollusques, cette immense enveloppe calcaire aura quatre cents pieds de puissance; qu'on la suppose accumulée uniformément sur un tiers de la terre exondée, et c'est beaucoup, cette masse calcaire, recouvrant le tiers de la terre, aura mille deux cents pieds de puissance; mais comme il n'y a point d'uniformité dans cette accumulation, il pourra y avoir des localités où la masse calcaire n'aura que cent, trois cents, six cents pieds, dans d'autres mille pieds, mille huit cents pieds, dans d'autres trois mille pieds, et même plus, de puissance.

On peut en dire autant de la silice produite par les animaux, soit par les polypiers, soit par les infusoires, etc.

En rapprochant ces données de celles que nous possédons, en petit nombre et très-imparfaites, sur la puissance des terrains en différents pays, voici où nous arrivons.

« En Angleterre, M. Murchison assigne plusieurs milliers de pieds d'épaisseur aux schistes primaires les plus anciens, ce qui concorde avec l'abondance des détritus et la rapidité des formations dans les premiers temps, alors que les montagnes primitives étaient plus élevées. Il assigne six mille trois cents pieds à sa série de grauwacke supérieure, roche dans le même cas que les précédentes; il donne cent quarante pieds de puissance au vieux grès rouge; et d'après les autres géologues anglais, le calcaire de montagne aurait de six cents à neuf cents

pieds de puissance, le terrain houiller, environ mille neuf cents soixante pieds ; le grès rouge secondaire, cinq cents pieds; le calcaire magnésien, trois cents pieds; le trias, trois cents pieds; le système jurassique, trois mille pieds; le système crétacé, mille deux cents vingt pieds; et le sol tertiaire, six cent quatre-vingt-dix-huit pieds, dont cinq cent cinquante pieds appartiendraient à sa partie inférieure. »

« En Allemagne, d'après M. Hoffmann, la craie aurait mille sept cents pieds de puissance; le système jurassique, deux mille quatre cents pieds; le zechstein, cent à trois cents pieds; le trias, deux mille à deux mille trois cents pieds : savoir, trois cents à six cents pour le muschelkake, et au-delà de sept cent huit pour le keuper; le grès rouge et les houillères, deux mille cinq cent quatre-vingt-dix pieds. De manière que tout le sol secondaire additionné formerait une épaisseur de six mille vingt pieds.

» On n'a pas de données positives semblables sur la France; le sol tertiaire semble bien avoir au moins quelquefois mille pieds d'épaisseur; la craie a peut-être la même puissance qu'en Angleterre; le sytème jurassique a l'air d'être plus épais que dans ce dernier royaume; dans les Ardennes, M. Boblaye estime à cinq cents mètres l'épaisseur de ces dépôts, du lias au coralrag inclusivement. »

« Quant à la puissance de formation de la zone alpine et méditerranéenne, celle des systèmes crétacé et jurassique doit aller à quelques milliers de pieds chacune, et le sol subapennin a plus d'épaisseur que le sol parisien, et atteint probablement quelquefois au-dela de deux mille pieds (1). »

Tous les faits connus, sur la puissance des terrains divers, s'accordent donc avec les résultats des calculs que nous avons établis sur des faits positifs d'une part et sur les données les plus probables de l'autre. Cependant nous n'avons calculé que sur deux mille ans, quoique les formations géologiques se soient continuées et se continuent sans interruption depuis la création. En prenant donc pour base des calculs, les sept ou huit mille ans écoulés depuis la création, il est évident qu'ils

(1 Boué, *Guide du géol.*, t. 1, p. 569.

nous donnent une latitude qui ne permet plus d'hésiter sur la possibilité de la formation du sol de remblai, pendant les temps historiques fixés par Moïse depuis la création.

LEÇON XXVIII.

DU TEMPS, ETC.

Jusqu'ici nous n'avons considéré les terrains dans leur rapport avec le temps nécessaire à leur formation, que dans leurs éléments constitutifs et dans la cause productrice de ces éléments; mais il y a d'autres données à introduire dans le problème.

Pour les couches et les terrains formés sur place, comme les rochers madréporiques, ce que nous avons dit résout le problème; mais il y a quelque chose à ajouter pour les couches et les terrains formés par la voie du transport.

Les matériaux de ces formations par transport sont toujours des calcaires, des sables, des argiles ou des marnes qui sont un mélange de ces trois sortes de roches. Nous n'avons rien à dire sur leur origine et leurs causes productrices; elles nous sont connues par ce que nous avons exposé ci-dessus. Mais le transport a eu lieu ou dans le sein des mers, ou bien par les fleuves des terres exondées vers les bassins marins; les terrains pélagiens, comme la craie, paraissent appartenir au premier mode; les terrains de rivages, comme certains calcaires jurassiques et particulièrement les terrains tertiaires, appartiennent en partie au second mode, ou mieux encore à l'action combinée des eaux marines et des eaux fluviatiles.

Or, pour qu'il y eût transport de matériaux, il fallait que ces matériaux existassent déjà dans la mer et sur les terres parcourues par les fleuves. Quant aux matériaux provenant directement de la mer, comme la plupart des calcaires marins, rien ne s'oppose à ce qu'ils soient transportés et déposés à mesure qu'ils sont produits; c'est même ce que les faits nous prouvent

avoir lieu tous les jours par les amas de coquillages et de débris calcaires que les flots amoncèlent sur plusieurs points des rivages ou des grandes baies marines.

La question semble donc se restreindre aux matériaux transportés par les fleuves; or, à mesure que les eaux des mers se retiraient, par une cause ou par une autre, il est évident qu'elles laissaient aux fleuves de plus longs circuits à parcourir, et par suite toutes les couches de rivages devenus continents à raviner et à transporter de nouveau à la mer; l'observation géologique prouve, en effet, que tous les terrains secondaires n'ont laissé dans le sol que leurs couches plus profondes et plus avancées dans les mers; les couches superficielles et de rivages ont été remaniées et retournées à la mer pour former des terrains tertiaires. Mais outre ces matériaux, les fleuves avaient les détritus continuels des montagnes primitives et des terrains primaires ou de transition à porter à la mer. Les mers elles-mêmes livraient à leurs courants les débris du ravinement de leurs côtes et de leur fond.

Dans tous les cas, plus les mers se retiraient au loin, plus les matériaux de transport qu'elles laissaient devenaient abondants.

Les dislocations et les soulèvements, en brisant le sol déjà formé, en créant de nouveaux courants, devaient aussi augmenter considérablement les matériaux de transport; c'est du moins ce que paraissent indiquer très-clairement les immenses conglomérats qui se rencontrent autour des points de dislocation, et les changements de direction dans les stratifications.

Or, rappelons-nous ce que nous avons dit dans notre onzième Leçon, que dans certaines saisons, la Seine fait passer au Pont royal en vingt-quatre heures sept à huit cents mètres cubes de matières sédimenteuses, ce qui donne environ, pour le quart de l'année, temps moyen du charriage, vingt-quatre mille pieds cubes de sédiment, et pour deux mille ans, quatre cent quatre-vingts millions de pieds cubes; que le Gange charrie par heure à la mer quatre mille cinq cents pieds cubes de sédiment, ce qui, en ne comptant que trois mois par an pour le temps moyen du charriage, donne, en deux mille ans, environ, trente-trois millards six cents millions de pieds cubes de sédiment. Si telle

est la puissance des sédiments, maintenant que toutes les causes sont presque annulées, que devait-elle être quand celles que nous venons de signaler étaient dans leur pleine activité? Ces observations nous feront mieux comprendre le résultat de celles de M. Boué, sur la question qui nous occupe.

« Les limites d'une couche, dit cet habile observateur, semblent indiquer le temps qu'un liquide a employé pour déposer les matières qu'il tenait en suspension, et le joint de séparation de deux couches a été produit par la cessation du dépôt pendant le temps nécessaire pour disposer le liquide à de nouveaux dépôts; c'est du moins la ce qu'indique l'observation.

» Si la couche est divisée en lits ou feuillets, ne pourrait-on pas regarder chacun de ces derniers comme le produit d'une marée ou d'un mouvement des eaux, et l'épaisseur de quelques-uns proviendrait-elle de ce qu'ils sont les dépôts des plus grandes marées, c'est-à-dire de celle des équinoxes? Cette hypothèse serait appuyée par la ressemblance des ondulations de la surface des couches avec celles produites par les vagues sur les vases et les sables des rivages. De plus, on y a aussi reconnu, comme sur ces derniers, les traces de pas d'animaux aquatiques et terrestres (1). »

A ces faits très-significatifs, il faut ajouter encore que, même dans les marnes et les sables déposés chaque jour sur nos rivages, on remarque les feuillets produits par chaque marée.

« Mais dans le cas des alternatives de roches différentes, peut-on les séparer en groupes composés de deux ou trois espèces de dépôts, et regarder, avec MM. Jobert et Saigey (2), chacun de ces derniers comme le produit d'une année? Les couches neptuniennes se réduisent à des matières calcaires, argileuses et arénacées; or, le dépôt calcaire peut seul avoir toujours lieu, puisque le carbonate de chaux peut-être dissous par les eaux de la pluie à la faveur de l'acide carbonique, ou réduit à un grand état de division ou bien arriver dans les eaux au moyen des sources minérales, tandis que souvent il n'est que le résultat du travail d'êtres marins, c'est ce qui explique la grande épais-

(1) Boué, *Guide du géol.*, t. I, p. 515.

(2) *Ann. des sciences nat.*, nov. 1829, p. 225 et *Ann. des sciences d'observ.* vol. 2, p. 382.

seur des masses calcaires comparativement aux autres couches stratifiées qui ne sont, dans le fait, que des alternatives continuelles de diverses matières.

» D'une autre part, les argiles, les sables et les cailloux demandent, pour être déposés par les eaux, qu'ils y soient amenés par des cours d'eau d'autant plus considérables et plus forts que les matières sont plus grossières.

» Maintenant les alternatives de calcaire ou de marne, d'argile ou de grès, étant à l'ordinaire très-régulières, cela indique une périodicité dans le dépôt et empêche de croire que le liquide a tenu en suspension toutes ces matières en même temps. Dans ce dernier cas, la pesanteur réciproque des substances aurait déterminé leur précipitation successive, ce que la nature des alternatives démontre n'avoir pas eu lieu (1). *L'année paroît la période naturelle la plus longue qu'on puisse* appliquer à la production de ces dernières; l'argile, le sable et les cailloux n'ont pu arriver en abondance dans la mer ou les lacs d'eau douce qu'à l'époque de la crue des eaux fluviatiles dans les saisons orageuses de l'année.

» Comme il est prouvé par les fossiles que la température des zones tempérées et glaciales était jadis plus élevée et voisine de celle entre les tropiques, il est probable qu'il y avait, à peu près comme sous l'équateur, une saison assez sèche et une saison de grandes pluies; ce serait pendant cette dernière que la formation des roches de transport aurait été la plus forte.

» Les éruptions ignées ont dû être suivies de charriage, et les dépôts aqueux ont dû s'accroître, ce qui paraît avoir été le cas, lorsqu'on considère les couches stratifiées qui ont dû succéder immediatement aux formations plutoniques.

» De plus, les redressements des couches et les soulèvements des chaînes ont produit de grands mouvements dans les eaux soit salées, soit douces, ce qui a pu occasionner des destructions considérables et donner lieu à de grands dépôts de transport. Ce serait là pour moi l'origine de la plupart des poudingues et des dépôts de cailloux non encore agrégés; or, on

(1) Il y a des cas qui font exception, et dans lesquels la nature des alternatives paraît indiquer que la précipitation a eu lieu successivement par ordre de pesanteur des substances.

remarque que réellement la formation des grandes assises de cette espèce de roche a suivi immédiatement les époques de grands bouleversements.

» Quant aux couches assez épaisses d'agglomérat qui n'apparaissent qu'une ou deux fois au milieu d'une vaste série d'autres masses, leur origine accidentelle pourrait être cherchée dans des débâcles et des bouleversements plus partiels, ainsi que dans ces irruptions ignées locales.

« Ce sont surtout ces deux genres d'accidents qui offriront le plus de difficulté pour établir dans la suite une chronologie des dépôts de la croûte du globe, d'après le nombre de ses couches. Dans tous les cas, je crois que ce dernier but sera atteint ainsi plus aisément qu'en prenant pour termes de comparaison les alluvions annuelles de certains fleuves, ou les décompositions de quelques roches. D'après les limons fluviatiles, différents savants n'ont fait jusqu'ici que des conjectures très-diverses, ce qui montre déjà que cette dernière donnée ne se prête pas bien à cette recherche. Quant aux décompositions des roches, elles ne peuvent que très-approximativement donner une idée du temps qu'il a fallu pour produire une certaine décomposition, mais elles ne nous disent et ne peuvent pas nous dire à quelle époque géologique a commencé cette action, puisque mille circonstances, même depuis la fin de l'époque alluviale ancienne, ont pû dénuder une roche, lui enlever sa croûte décomposée, ou du moins la diminuer à plusieurs reprises. D'ailleurs, il y a telle décomposition, comme certaine alluvion, certaine terre végétale qui peut dater en tout ou en partie des temps géologiques les plus anciens, ces produits s'étant formés dès qu'il y a eu un sol découvert; or, nous n'avons guère de moyens de distinguer ce qui est d'une époque d'avec ce qui appartient à une autre (1)... et certains géologues ne devraient pas croire que le monde entier est modelé sur les divisions et les subdivisions de terrains d'un petit espace des continents (2). »

« Une série de couches parallèles superposées les unes sur les autres en *gisement concordant*, indiquent une continuité

(1) Boué, t. I, p. 515 à 518. — (2) *Id.*, *id.*, p. 539.

dans le dépôt, si toutes les couches font partie d'un seul terrain. Trouver en superposition concordante tous les dépôts stratifiés de la croûte terrestre, ce serait vraiment avoir devant soi le détail des opérations de la nature ; or, nulle part cela n'a lieu, parce que des matières d'épanchements et des actions ignées sont venues bouleverser chaque contrée à certaines époques. On est donc réduit à raccorder ensemble, tant bien que mal, différentes séries intactes de superposition observées à de grandes distances (1). »

Cependant nous avons vu que les dislocations et les bouleversements n'avaient point arrêté les dépôts de la cause aqueuse; mais qu'ils en ont seulement dévié la direction, tout en leur fournissant des matériaux plus abondants. Le gisement discordant n'indique donc pas précisément une interruption dans les dépôts d'un même terrain, il indique seulement un changement de direction dans la cause des dépôts et une plus grande rapidité de formation ; ainsi considérés, ces accidents ne peuvent que très-peu troubler la chronologie des terrains d'une même localité.

Ainsi, d'après les considérations de M. Boué, fondées sur ses observations dont nous acceptons toute la valeur et l'autorité, nous avons dans les feuillets des couches mêmes un chronomètre beaucoup plus sûr que tout ce qu'on a proposé; ce chronomètre est basé sur les faits géologiques comme sur les faits actuels; il embrasse tout le problème dans ses deux faits principaux et continus : les dépôts uniformes marins, et les dépôts alternants d'embouchure.

D'abord, pour les dépôts marins la série des feuillets continus, qu'ils soient en stratification concordante ou discordante, donne le nombre des marées qui ont déposé ces feuillets, et par suite le temps qu'a demandé la formation entière dans une même localité. Nous n'entendons pas ici la marée diurne, qui donne deux flux et deux reflux en vingt-quatre heures; mais bien la marée qui fait monter les eaux de la mer jusqu'à un certain niveau pendant plusieurs jours, puis qui les fait ensuite baisser; ce double mouvement réglé par la lune

(3) Boué, t. I, p. 512.

dure environ quinze jours, et il y a par conséquent deux marées par mois. Or, en admettant que chaque marée, dans une mer où se sont formés des dépôts, ait déposé une feuillet ou une couche de deux pouces d'épaisseur, et il arrive assez souvent que les dépôts d'une marée ont plusieurs mètres d'épaisseur en certains points, deux pouces par marée nous donnent quatre pieds par an, et en deux mille ans, huit mille pieds d'épaisseur, puissance que n'atteignent pas tous les terrains connus réunis, puis tout le sol secondaire additionné ne donne pas en Allemagne plus de six mille vingts pieds.

Si l'on prenait seulement un pouce par marée de quinze jours, deux mille ans donneraient quatre mille pieds de puissance ; et si l'on supposait trois pouces par marée, ce qui n'est pas rare, deux mille ans donneraient aux terrains ainsi formés douze mille pieds d'épaisseur, puissance qui n'est connue nulle part.

Dans le cas des dépôts d'embouchure, ou des alternances de couches marines et d'eau douce, *l'année paraît à M. Boué la période la plus longue* qu'on puisse leur appliquer; les faits géologiques, comme les causes actuelles, prouvent en effet qu'on ne peut étendre au-delà d'un an chaque alternance de deux couches, l'une fluviatile, et l'autre marine ; par conséquent deux mille alternances ne peuvent supposer plus de deux mille ans de durée à la formation ; et en supposant en moyenne trois pieds de puissance à chaque couche alternante, on à six pieds pour les deux couches d'une année, et douze mille pieds encore pour deux mille ans. Or, nulle part sur le globe on ne connaît deux mille alternances de couches marines et fluviatiles, ni douze mille pieds de puissance sur un même point.

Quant aux effets de la cause ignée, aux bouleversements et aux dislocations qu'elle a pu produire, ils ne peuvent évidemment faire aucune difficulté pour le temps, car tous les faits connus prouvent que les effets de cette cause sont instantanés, et qu'ils peuvent se produire à la fois sur un très-grand nombre de points, comme sur une même échelle très-étendue.

Jusqu'ici nous n'avons considéré les terrains que dans les causes productrices de leurs matériaux et dans les causes de leurs dépôts ; or, il faut introduire dans le problème du temps

la grande loi du synchronisme, que nous nous sommes efforcés de démontrer dans tout notre Cours. Il y a toujours eu synchronisme entre la cause ignée et la cause aqueuse, c'est-à-dire que ces deux causes ont agi simultanément et souvent concurremment à toutes les époques ; il y a synchronisme dans les causes aqueuses : les eaux marines et les eaux douces ont agi simultanément chacune pour leur part, et elles ont réuni leurs efforts dans un grand nombre de points. Ainsi pendant que les charbons se déposaient en certaines baies avec des schistes et des grès, des alternances marines et fluviatiles se déposaient sur d'autres points, des couches de rivages se formaient ailleurs, plus loin dans la mer s'accumulaient des calcaires, et se formaient des rescifs madréporiques, en même temps que le lavage des polypiers et les débris de coquilles formaient la craie au centre de la grande mer ; en sorte que les cinq grandes divisions des terrains secondaires doivent être regardées comme en très-grande partie contemporaines (1) et non comme successives ; elles ont même pu commencer à se former en partie en même temps que les terrains primaires ou de transition, et s'achever pendant que s'opéraient les premiers dépôts tertiaires.

Mais pendant que tous ces phénomènes s'accomplissaient dans un même bassin, les mêmes ou d'autres analogues se produisaient dans plusieurs autres bassins. En sorte que l'on ne peut additionner toutes les séries des divers bassins, comme on le faisait dans les classifications artificielles, pour avoir la durée des temps de formation ; mais on doit les compter parallèlement, et le bassin le plus complet dans la série de ses couches est celui qui doit donner une mesure de temps qui comprend tous les autres. Or, dans ce bassin complet, on ne peut encore additionner toutes les couches, ni même tous les terrains, puisqu'un grand nombre de couches peuvent avoir été contemporaines et que le synchronisme peut même avoir eu lieu entre une partie de deux terrains différents ; on ne peut donc prendre comme vraie mesure de temps que le nombre des couches en superposition complète, et la puissance absolue de

(1) Voir Leçon XXII, p. 576.

toute l'épaisseur des couches ainsi superposées dans un même bassin, depuis les terrains primitifs jusqu'aux terrains les plus récents.

Cette loi du synchronisme, ainsi nettement comprise, ajoute donc à nos calculs de temps une nouvelle et très-haute probabilité. Enfin les retraites des mers n'ont pas eu lieu sur tous les points en même temps ; mais elles se sont opérées successivement, et par suite les terrains tertiaires et les alluvions se sont aussi déposés successivement à mesure que les mers se retiraient ; car les dépôts tertiaires sont ou des dépôts de golfes, ou des dépôts de lacs ; et les alluvions sont ou les dernières traînées de la mer, ou des dépôts de fleuves ou des débâcles de lacs, etc.

En effet, l'opinion la plus probable attribue les retraites de la mer a l'abaissement successif et au comblement du lit des mers, ainsi qu'à la rupture des digues qui séparaient des bassins supérieurs et inférieurs ; la mer Caspienne et la mer Noire nous ont fourni un exemple à peu près certain du dernier cas (1).

Ces retraites ont donc été plus ou moins subites ; nous en avons une preuve directe pour celle qui a correspondu à la fin du dépôt de la craie blanche, dépôt pélagien, observé sur une très-vaste étendue, et recouvert immédiatement de dépôts de rivage ou d'embouchure.

L'inspection des continents prouve que les retraites ont été souvent accélérées par le plan plus ou moins vertical des terres qui séparaient d'anciens bassins ; ce sont des bassins supérieurs qui se sont vidés dans des bassins inférieurs.

Il suit de là que les terrains tertiaires et les alluvions les plus anciennes semblent devoir être ceux qui reposent sur le sol primitif et sur les terrains primaires ; puis ceux qui reposent sur le trias, et les derniers seraient ceux qui reposent sur la craie ; mais comme bien des causes ont pu déranger cet ordre, on doit se garder d'y attacher une trop grande importance, à moins de raisons suffisantes.

Les considérations que nous allons faire sur l'ensemble des

(1) Voir Leçon XIX.

bassins connus jetteront quelque jour sur ces questions, en nous montrant l'ordre évident de la retraite des mers et des migrations des êtres à la surface de la terre.

La Sibérie ou Russie d'Asie est entourée de toutes parts par d'immenses chaînes de montagnes primitives; la grande chaîne des Altaïs qui la borne au Sud, la sépare de la Chine; cette chaîne court de l'Ouest jusqu'à l'extrémité nord-est de l'Asie, sous différents noms; elle est granitique et argileuse; on y rencontre aussi quelques calcaires; elle offre çà et là des roches d'éruption ignée. — Au Sud-Ouest la chaîne des Altaïs envoie des rameaux rejoindre les monts Ourals : ceux-ci traversent le pays des Kirguis, puis remontent vers le pôle Nord, presqu'en ligne droite, en séparant la Russie d'Europe de la Sibérie. Les monts Ourals sont très-peu élevés, trois pics seulement surpassent, d'une cinquantaine de mètres, la limite des neiges.

La chaîne est d'une très-grande largeur et couvre partout un espace de plus de cinquante lieues; les marais en couvrent une grande partie, et se prolongent en quelques lieux jusqu'aux bords de roches escarpées. Ces vastes plateaux sont couverts de forêts et d'une abondante végétation; les eaux limpides y sont très-rares, les rivières y étant presque partout colorées par les matières végétales décomposées que les marais y versent continuellement.

La position géographique des monts Ourals, comme des monts Altaïs, à une grande distance des mers et à une haute latitude, explique pourquoi le volume des eaux des rivières ouraliennes surtout n'est pas proportionné à la longueur de leur cours et à la superficie de leur bassin.

Les réservoirs des sources ne se trouvent alimentés que par les neiges fondues au printemps, et par les pluies d'été : la saison qui tient lieu d'automne dans ces contrées est ordinairement très-sèche, et en général, en réunissant toutes les eaux météoriques, leur quantité moyenne n'égale point celle de la pluie qui tombe dans la plupart des régions tempérées.

Dès-lors, on comprend comment les rivières et les fleuves de la Sibérie ne forment plus de grandes alluvions depuis longtemps; tandis qu'autrefois, lorsque le centre de la Chine

était couvert par les eaux, que la mer Caspienne venait battre au pied des Ourals méridionaux, que la mer du Nord couvrait la Russie d'Europe et venait sur toute la pente occidentale des monts Ourals, il devait en être autrement. Les monts Ourals ont leur pente très-peu marquée et presqu'imperceptible vers l'Occident, et leur côté rapide et escarpé, au contraire, du côté de la Sibérie. Tout porte donc à croire que la mer n'a jamais couvert entièrement la Sibérie, sur la vaste étendue de laquelle, en effet, on ne trouve que des alluvions fluviatiles; ces alluvions, débris des pics anciens des monts Ourals et des Altaïs, furent produits lorsque les fleuves étaient grossis par le voisinage des mers qui venaient baigner ces montagnes du côté opposé à la Sibérie, comme nous venons de le voir.

Un grand nombre de rivières sortent des monts Ourals et viennent se jeter dans les fleuves Irthyche et Obi. L'Irthyche sort du grand Altaï, et se jette dans l'Obi à 61° de latitude Nord, et 66° de longitude Est. L'Irthyche forme beaucoup d'îles, dont plusieurs sont plus visibles en été, lorsque les eaux sont basses, qu'au printemps lorsqu'elles sont hautes. Plusieurs de ces îles disparaissent et sont remplacées par d'autres. Le cours même de cette rivière change souvent : tel endroit navigable ne l'est plus, et tel autre qui était un bas-fond devient navigable.

L'Obi, un des plus grands fleuves de la Sibérie, prend également sa source dans les Altaïs; il parcourt 694 lieues, reçoit un grand nombre de rivières, et va se jeter dans l'Océan glacial arctique, en formant un immense golfe, appelé golfe de l'Obi : on trouve beaucoup d'ambre sur tous les bords de ce golfe.

L'immense bassin de l'Obi et de l'Iénisséi, borné à l'Ouest par les monts Ourals et au Sud par les Altaïs, arrosé par l'Irthyche et l'Obi à l'Ouest et par l'Iénisséi vers l'Est, comprend plus que le tiers de la Sibérie.

L'Iénisséi, un des plus grands fleuves d'Asie, prend sa source dans les Altaïs et a son embouchure dans la mer Glaciale, où il forme un golfe qui a près de cent lieues de long; il reçoit un très-grand nombre de rivières; sa largeur, près de la ville d'Iénisséisk, est de cinq cent soixante-dix brasses dans les eaux

basses, et de sept cent quatre-vingt quinze, au printemps lorsqu'elles sont hautes; son fond est pierreux et sablonneux. On trouve sur ses bords des mines de charbon de terre très-riches.

Plus loin, vers l'Est, la Léna, troisième grand fleuve de Sibérie, parallèle à l'Iénisséi et à l'Obi, prend sa source dans les chaînes de l'Altaï comme eux, et parcourt environ six cent soixante-huit lieues pour aller se jeter dans la mer Glaciale; son lit, dans une assez grande longueur, est bordé des deux côtés de hautes montagnes couvertes de pins et d'une riche végétation, ou bien ces montagnes sont stériles et dénudées. Plus loin, les montagnes s'éloignent et laissent entre elles et la rivière de grandes plaines qui paraissent être des plaines fluviales.

Ainsi la Sibérie est arrosée par trois ou quatre grands fleuves qui prennent leurs sources sur le versant septentrional de la chaîne des Altaïs, et dont l'un, l'Obi, reçoit de nombreux affluents du versant oriental des monts Ourals. Or, la Sibérie n'offre que des terrains primaires et des alluvions; les uns et les autres paraissent dus aux débris des deux grandes chaînes de montagnes qui forment comme une grande île de la Sibérie; les charbons de terre sont aussi dus aux mêmes fleuves qui ont déposé les alluvions. Tout porte donc à croire que si la Sibérie a été couverte par les eaux marines, elle fut un des premiers continents d'où les mers se retirèrent; et comme son climat était beaucoup plus tempéré, à cause des mers qui venaient battre, en dehors, au pied des montagnes qui la bordent à l'Ouest et au Sud, les éléphants et rhinocéros, qui purent arriver de bonne heure sur les plateaux, dans les vallées et autour des lacs des Altaïs et des Ourals, se sont trouvés entraînés par les fleuves de la Sibérie, dans les alluvions qui la recouvrent; c'est là en effet qu'on les a rencontrés en plus grande quantité et jusqu'à l'embouchure de ces fleuves dans la mer Glaciale, où des individus enveloppés par les glaces s'y sont conservés avec leur peau. — On a signale d'autres fossiles en Sibérie; ce sont des os de grands carnassiers : ours, chat, tigre, hyène, loup; de rongeurs du pays; de cheval, cerf, bœuf et même de lama.

Le versant occidental des monts Ourals donne naissance à une chaîne collatérale, composée dans sa plus grande partie de grès schisteux, formé sans doute des débris de la chaîne principale. — La mer qui recouvrit le nord de la Russie s'en retira de bonne heure, puisqu'il n'y a qu'une grande ceinture de terrain primaire qui longe les monts Ourals, tourne au Nord, et descend à l'Ouest en s'élargissant jusqu'à la mer Baltique. La retraite de cette mer eut pour principal effet de changer le climat des plateaux de l'Oural. Les éléphants, les rhinocéros et plusieurs autres espèces émigrèrent alors vers le Sud; quelques-uns des éléphants et des rhinocéros purent traverser le nord de la Russie et venir se perdre sur les bords de la Baltique; mais, dans tous les cas, leurs derniers restes furent disséminés dans les alluvions de la Russie, où ils sont rares et en bien moins grand nombre qu'en Sibérie. Ce qui appuie cette manière de voir, c'est que ni les éléphants ni les rhinocéros ne se sont trouvés dans toute la presqu'île norwégienne, ni sur ses versants, tandis qu'on poursuit leurs traces de plus en plus abondantes jusqu'aux chaînes des Ourals et des Altaïs, qui furent évidemment l'une des premières patries de ces animaux.

Ce ne fut que beaucoup plus tard que la retraite de la mer Caspienne, dernier débris de la grande mer Septentrionale, fit place aux alluvions du Volga, qui traversait, au Nord-Ouest, les terrains secondaires de la Russie, et amenait ainsi des ammonites fossiles que Pallas a pu rencontrer dans ce vaste plateau, versant à la Caspienne, avec des os d'éléphants; le fleuve Oural et tous les fleuves versants du midi des monts Ourals et de l'ouest des Altaïs vers la mer d'Aral et la Caspienne, amenèrent dans ces mêmes alluvions les éléphants et les rhinocéros descendus de plus en plus au midi des monts Ourals et des Altaïs, à mesure que le climat les chassait, pour toujours, des versants à la Sibérie.

Au midi de l'Asie, les monts Himalayas, la plus haute chaîne du globe, et qui parcourt environ six cents lieues de longueur, fut sans doute une des premières habitées par les animaux; aussi retrouve-t-on dans les monts Sivaliens ou Sous-Himalayas, les éléphants et les rhinocéros, avec les carnassiers, quel-

ques singes et plusieurs des animaux qui habitent encore ces contrées. Les Sous-Himalayas sont en général du sol secondaire avec des lambeaux de terrain tertiaire.

Nous ne connaissons pas assez la géologie de la Haute-Asie pour nous y arrêter davantage; mais le peu que nous en connaissons se joint à la paléontologie, pour nous conduire à reconnaître que ses vastes plateaux primitifs furent, avec ceux qui entourent la Sibérie, exondés et habités dès l'origine.

Nous avons maintenant à marcher de là, comme nous l'avons fait dans notre conception géologique, jusqu'en Europe occidentale.

Les monts Altaïs et Himalayas viennent se rejoindre, sous différents noms, à l'ouest de la Chine; et de là, par une immense chaîne primitive, dont les pics sont maintenant toujours couverts de neige, cette chaîne court droit à l'Ouest, séparant le Turkestan, bassin oriental de la Caspienne, du Kaboul et de la Perse, et vient rejoindre les pentes méridionales du Caucase, dont elle fait d'ailleurs partie suivant certains géographes.

Du Caucase part la chaîne du Taurus, qui parcourt de l'Est à l'Ouest toute la Turquie d'Asie; cette chaîne envoie au Nord et au Sud un grand nombre de rameaux dont les uns versent à la mer Noire et les autres à la Méditerranée; nous avons vu que cette contrée avait été autrefois parsemée de lacs et de golfes tertiaires sur le sol primitif et de transition qui domine dans toutes les hauteurs (1). La grande arête sud-ouest du continent asiatique vient se terminer à la montagne du Géant qui domine le canal de Constantinople; les monts Stautches ou Kutchuk-Balkan commencent aux collines de la côte d'Europe. Or, tout nous a prouvé (2) que la mer de Marmara et son canal dans la mer Noire n'étaient que le résultat d'une dislocation du sol qui précipita la mer Noire dans la Méditerranée, probablement vers les premiers temps historiques de la Grèce. La même catastrophe sépara donc les montagnes de l'Asie des montagnes européennes qui commencent ici par les chaînes du Balkan.

Ainsi la migration des animaux terrestres a pu s'opérer dès

(1) Voir Leçon XXI, p. 559. — (2) Voir Leçon XXI, p. 559.

l'origine, par les plateaux des vastes chaînes primitives que nous venons d'indiquer, à partir de l'Asie centrale jusqu'aux chaînes du Balkan, portes des migrations européennes; nous verrons plus tard s'il n'y a pas eu de migrations d'un autre côté.

La chaîne du Balkan commence donc au bosphore ou canal de Constantinople par un rameau, mais, par la chaîne principale, elle commence au cap Éminéh sur la mer Noire; elle court de l'Est à l'Ouest, et va se rattacher aux Hautes-Alpes par les monts Dinariques. Du côté du Nord, le Balkan envoie un chaînon aux Karpathes; cette immense chaîne de montagne offre une longueur de cent soixante lieues; toutes les montagnes Helléniques sont des rameaux du Balkan; les monts Hémus, Rhodope, Ossa, Pélion, et toutes les montagnes Helléniques des anciens sont des rameaux méridionaux du Balkan.

La chaîne du Balkan fixe la ligne de partage des eaux qui se versent au Nord dans le Danube inférieur, à l'Est dans la mer Noire, au Sud dans celle de Marmara, dans l'Achipel grec et dans la Méditerranée, et à l'Ouest dans cette dernière et dans la mer Adriatique. Le Balkan, séparant en grande partie la Romélie de la Servie et de la Bosnie, ceint, par la plus occidentale de ses branches, la presqu'île de la Grèce; un peu plus vers l'Est et du côté du Nord, il encaisse le Danube, et se lie ainsi par ce dernier chaînon aux Karpathes, dont l'extrémité orientale aboutit à la rive gauche de ce fleuve. — Les régions supérieures du Balkan offrent beaucoup de cimes coniques couvertes presque toujours de neige et de glace; au-dessous des pentes maintenant arides et désertes, on voit les arbres épars former insensiblement de vastes forêts qui boisent presque toutes les branches du Balkan jusqu'à leurs sommets, surtout dans la Servie et la Bulgarie.

Le bassin du Danube, versant septentrional des Balkans, oriental et méridional des Karpathes, est un sol tertiaire entouré d'une ceinture secondaire; celle-ci repose sur les pieds de chaînes de roches primitives, dont les traces nombreuses d'éruptions font soupçonner que ce bassin aurait peut-être été mis à sec d'assez bonne heure. Or, cet immense bassin, qui s'étend jusqu'à la mer d'Azof, a offert dans presque tous ses points des ossements d'éléphants; les ossements de rhinocéros

ne se sont, au contraire, montrés qu'assez rarement dans la vallée du Danube, et assez loin de l'embouchure de ce fleuve, avec des os d'ours, de renard, de martre et de cheval; on en cite aussi comme du Volga. Mais en revanche, on a trouvé des lamentins sur la rive gauche du Danube, à plus de deux cents lieues de son embouchure, ce qui ferait croire que la mer Noire pouvait former un bras qui remontait assez haut, même après que le sol secondaire fut découvert.

La chaîne des Karpathes fait donc suite à celle des Balkans, à laquelle elle se lie en Servie ; cette chaîne occupe tout le sud de la Gallicie, qu'elle separe de la Hongrie. En suivant la direction de ces montagnes, on voit qu'elles tracent une ligne de démarcation entre la Hongrie et la Basse-Autriche, tandis qu'elles séparent ensuite la première de ces provinces de la Moravie, et plus loin de la Silésie et de la Gallicie, etc. La chaîne des Karpathes a environ deux cents lieues de long, et toute l'énorme masse de ses cimes n'est composée que de rocs et de granit.

Un autre chaînon s'avance au Nord-Ouest entre la Moravie et la Silésie, se poursuivant entre celle-ci au Nord, et la Bohême au Midi, et venant rejoindre les montagnes du Hartz qui séparent la Bohême de la Saxe. Toutes ces montagnes qui entourent la Bohême, et qui en font comme un bassin presque rond, sont granitiques, comme les Karpathes dont elles sont la continuation. Toutes ces chaînes de montagnes ont à leurs pieds des terrains secondaires, et sur leurs flancs des couches primaires ou de transition; le sol de la Bohême est surtout composé de ce dernier terrain et de terrain secondaire.

Le terrain tertiaire ne se montre que dans le bassin du Danube qui court au midi de ces montagnes vers la mer Noire; il se montre encore au Nord, dans les bassins de l'Oder et de la Vistule, versants de ces montagnes à la mer Baltique; puis de l'Elbe et du Veser, versant à la mer du Nord.

Or, dans les versants des Karpathes à la mer Baltique, on a trouvé, soit en Pologne, soit en Prusse, un certain nombre de débris épars d'éléphants. Mais dans le diluvium des cavernes d'Allemagne, de Koïstritz et de Politz on a trouvé des os de felis spelæa; d'hyène, dans celles de Baumann, de Sundwig.

En Franconie, dans la caverne de Gaylenreuth, creusée au pied des montagnes secondaires ou même de transition, versant Sud-Ouest des Karpathes, des montagnes du Palatinat et du Hartz, on a trouvé en grand nombre des ossements d'ours, de felis spelæa, et quelques-uns de felis pardus antiqua, des ossements de loup, de renard, de chien, beaucoup d'hyènes, et quelques-uns de rhinocéros.

Dans le Wurtemberg, à Canstadt, à une lieue Nord-Est, on a trouvé des amas d'ossements d'éléphants, de rhinocéros, de carnassiers, de rongeurs, d'herbivores, et même des ossements humains avec des morceaux de charbon et de vases. — A Gmünd on a également trouvé des ours ; à Untertuckeim, des hyènes.

En Hanovre, versant des montagnes et forêts du Hartz, vers l'Elbe et le Veser à la mer du Nord, depuis les pieds du Hartz jusqu'à la mer, on trouve un assez grand nombre d'ossements et même des squelettes entiers d'éléphants, des os de rhinocéros, d'ours, etc.

Nous arrivons donc ainsi, depuis l'Asie centrale jusqu'aux extrémités occidentales du Hartz, par une série non interrompue de montagnes primitives, de terrains primaire, et secondaire peu compliqué, et avec quelques lambeaux de terrains tertiaires peu puissants ; tout porte donc à croire que la mer se retirait vers les parties occidentales, où nous retrouvons, en effet, la plus grande puissance des terrains secondaires et tertiaires, et à mesure qu'elle se retirait, les alluvions, descendant des plateaux des montagnes que nous venons de parcourir, entraînaient les animaux que nous y retrouvons.

Nous avons maintenant à suivre une autre ligne, partant également des Balkans à Sophia, et s'avançant vers l'Ouest pour former le système des Alpes. Ce système se relie aux Karpathes, aux Sudètes, aux Hartz, au Nord ; aux montagnes Helléniques et aux Apennins au Midi ; il se continue dans les Vosges et les Ardennes. La longueur des Alpes est de 12° de longitude, et leur largeur de 2 à 4° de latitude. Elles traversent les parties méridionales de l'Autriche, de la Souabe, de la Bavière ; en Allemagne, l'Esclavonie, la Croatie, la Styrie, la Carniole, la Carinthie, le Salzbourg, le Tyrol ; en Italie, les États vénitiens, la Lombardie, une grande partie du Piémont,

toute la Savoie, toute la Suisse; en France, le Dauphiné et la Provence, courant vers les Pyrénées. — La plus grande partie de ces montagnes est primitive, principalement la chaîne qui court des Karpathes jusqu'en Sardaigne; il en est de même de tous les principaux sommets. Les terrains secondaires se montrent ailleurs; et le terrain tertiaire ne se rencontre que dans les vallées et dans le système sub-apennin.

Or, en parcourant les versants des Alpes à la mer Adriatique, nous trouvons la Carniole et ses célèbres cavernes; à Adelsberg on a rencontré dans les mines de fer de Kropp des ossements d'ours. Ensuite sur les deux versants septentrional et méridional des Alpes, on a trouvé des ossements d'éléphants, de carnassiers et d'herbivores.

Le versant méridional aux Apennins et à la mer Adriatique s'est surtout montré très-riche en fossiles. Les Apennins sont presque tous schisteux et calcaires; les coquilles y sont presque toutes disposées par familles comme on les trouve dans les mers; la plupart paraissent avoir été abandonnées par une retraite tranquille des eaux; les Apennins paraissent donc avoir été en partie couverts par les eaux de l'Adriatique et de la Méditérannée.

En Italie, nous avons deux principaux versants, celui des Alpes à l'Adriatique par la grande vallée du Pô, et celui des Apennins à la Méditérannée par le val d'Arno.

L'immense vallée du Pô, depuis les Alpes jusque dans l'Adriatique, et surtout ses affluents nombreux, versant des Apennins et des Alpes du Tyrol, ont offert un assez grand nombre d'ossements fossiles d'éléphants, en Piémont, dans le Plaisantin, en Lombardie; le golfe du Pô a aussi présenté des lamentins à plus de cent lieues de son embouchure, des palæothériums et beaucoup d'autres animaux; le versant des Apennins à l'Adriatique a aussi offert un certain nombre d'éléphants. Mais c'est surtout dans le versant des Alpes et des Apennins à la Méditérannée, dans ses énormes alluvions du val d'Arno, et surtout dans les parties supérieures, que l'on a rencontré le plus grand nombre d'ossements fossiles d'éléphants, et cela avec des os d'hippopotames en plus grande abondance encore, de rhinocéros, de cheval, de tapir, de cerf, de bœuf, de castor, de presque

tous les genres de carnassiers, ours, felis spelæa, F. pardus, F. mégantéréon, F. cultridens, F. lynx ; loup, renard, chacal, hyène. Nous ne parlons pas des vallées secondaires de la Chiana, du Tibre, etc., où l'on a également rencontré de pareils fossiles.

La vallée du Rhône est un autre versant des Alpes à la Méditerranée ; ce fleuve prend sa source dans les Alpes suisses près du Saint-Gothard ; il traverse le Valais, le lac de Genève, entre en France un peu au-dessous de cette ville, court au Sud, remonte ensuite au Nord, se dirige à l'Ouest et coule ensuite constamment au Sud jusqu'à son embouchure dans le golfe de Lyon. Encaissé par des montagnes dans une grande partie de son cours, il reçoit à Lyon la Saône qui prend sa source dans les Vosges. Or, on a trouvé des ossements d'éléphants dans le Rhône supérieur, dans le Rhône inférieur, sur les deux rives droite et gauche ; des lamentins se sont montrés aussi dans le golfe de Lyon, depuis Montpellier jusqu'à Beaucaire, sur la rive droite du Rhône ; cette même vallée du Rhône a présenté des ossements de palæothériums, etc.

La vallée du Rhône est bornée par les Cévennes qui font partie du plateau central de la France, auquel nous arriverons bientôt.

Mais nous avons d'abord à suivre la chaîne des Alpes dans celle des Vosges, etc. Cette dernière commence vers les frontières de la Champagne, de la Franche-Comté et de la Lorraine ; les Vosges, prolongement des Alpes, se rattachent au Jura, non loin de Béfort. Elles se dirigent de l'Est à l'Ouest, sur un espace de plus de 25 lieues, changent de direction vers Béfort, et forment une chaîne à peu près parallèle au cours du Rhin et aux montagnes Noires, qui, du côté de l'Allemagne, bordent ce fleuve jusqu'aux environs de Mayence, où elles se terminent par un groupe de montagnes désignées sous le nom de *Mont-Tonnerre*. Au Ballon d'Alsace, une branche de cette chaîne se dirige vers l'Ouest et traverse les départements des Vosges et de la Haute-Marne, où elle se lie aux montagnes secondaires qui couvrent le département de la Côte-d'Or, et se joint à la chaîne des Cévennes. Cette branche se bifurque aux environs de Bourbonne, et forme un rameau qui, s'inclinant au Nord-Nord-Ouest, se dirige vers les Ardennes, qui sont comme la

terminaison des Vosges. D'après Dolomieu, les matières qui composent les Vosges les mettent toutes dans l'ordre des matières primitives les plus caractérisées. On présume qu'anciennement les Vosges formaient les digues d'un lac immense, dont l'extrémité était à Bingen, où le Rhin paraît s'être frayé un passage pour se rendre à la mer. On rencontre des galets jusque sur le sommet des Vosges.

Un grand nombre de rivières, de ruisseaux prennent leur source dans ces montagnes; la Meurthe, la Moselle et la Meuse descendent du versant septentrional, forment les principaux affluents de gauche du Rhin et vont porter par ce fleuve le tribut de leurs eaux à l'Océan. La Saône est la seule rivière considérable que fournisse le versant méridional; elle forme un des principaux affluents du Rhône dont nous avons suivi le cours ci-dessus.

Le Rhin prend ses sources dans la partie centrale et la plus élevée de la Suisse, dans les glaciers des Alpes des Grisons; après avoir reçu les rivières des Vosges sur la gauche, et beaucoup d'autres affluents sur la droite, il va se jeter par plusieurs embouchures dans la mer du Nord et le Zuiderzée. Tout ce grand versant des Alpes, des Vosges et des Ardennes à la mer du Nord est extrêmement riche en fossiles. C'est du reste un des derniers bassins exondés; on y trouve une grande partie de la série des terrains, et les fossiles mammifères commencent à s'y montrer dès le terrain tertiaire, mais surtout dans le diluvium des cavernes.

En Westphalie, vers le Rhin, on a trouvé des ours.

Dans le terrain tertiaire moyen d'Eppelsheim, versant à la rive droite du Rhin, on a trouvé, parmi les petits ours, l'amphicyon minor, parmi les chats, felis leo, F. spelæa, F. cultridens, des canis et des lamentins, un grand nombre d'ossements d'éléphants, dans toute la vallée du Rhin, sur ses deux rives et de tous ses affluents; on a aussi rencontré des rhinocéros et des aurochs; puis des palæothériums dans la molasse de Zurich en Suisse; on a trouvé aussi des lamentins à Eppelsheim, et des renards dans les schistes marneux d'Œningen.

En Belgique, dans les cavernes des environs de Liége, Goffontaine et Chokier, creusées sous le versant des Ardennes,

vers la Meuse, on a trouvé des ours, des blaireaux, des mustelas, des felis spelæa, F. leo, F. pardus, F. catus assez abondamment; des loups, des renards, des chiens, des hyènes, des rhinocéros; on a aussi trouvé des dents molaires d'éléphants dans les cavernes des environs de Liége, trois dans la caverne de Chokier, six dans celle de Fonds de forêts, une lamelle dans celle de Goffontaine, deux dans celle d'Engis, à côté d'un crâne d'homme jeune.

Nous arrivons aux montagnes du Jura qui sont une continuation des Alpes et des Vosges; leurs sommets les plus élevés sont du côté de la Suisse et des Alpes; au contraire, du côté de la Franche-Comté, cette chaîne forme plusieurs ramifications parallèles qui diminuent graduellement de hauteur, et finissent par se confondre avec les plaines de la Bourgogne; tout porte donc à croire qu'elles formaient, avec les pointes les plus occidentales, des Alpes, les anciens rivages de la mer secondaire, et qu'elles ont été, avec les plaines qui s'étendent à leurs pieds vers le centre du bassin parisien, les pays habités par les animaux dont nous retrouvons les débris jusque dans le sol tertiaire parisien.

D'abord dans les cavernes creusées dans le sol jurassique, en Franche-Comté, à Echotz, Orselles, Fouvent, versant des forêts et des pentes du Jura vers le Doubs, au Midi, on a trouvé des os d'ours, de mustelas, de felis catus, d'hyène; dans celle de Contard, à un quart de lieue de Plombières-les-Dijon, des os de felis spelæa, d'hyène, de rhinocéros.

Les vallées des différentes rivières du bassin parisien ont présenté différents ossements.

La vallée de la Somme a fourni des os de felis spelæa, de rhinocéros, d'éléphant, de cheval, de bœuf, de cerf.

La vallée de la Seine et de ses affluents, versant des montagnes de la Bourgogne et des Ardennes vers Paris et la Manche, a présenté jusqu'aujourd'hui un certain nombre de fragments d'ossements fossiles.

D'abord à La Fère, dans un grès tertiaire en contact immédiat avec la craie, on a trouvé des ossements de petits ours, palæocyon, avec des os de tortues d'eau douce, de cyrènes, etc.

Des petits ours et le canis viverroïdes dans le calcaire

pisolitique appartenant à la craie supérieure de Meudon, près Paris.

Le canis viverroïdes, le canis lagopus encore vivant, les viverras, le felis pardoïdes, des palæothériums et des anoplotériums dans le gypse tertiaire d'eau douce de Paris.

Le felis spelæa avec des dents de cheval dans les alluvions de la Seine à 20 pieds de profondeur.

Des lamentins à Marly et à Étampes.

Des viverras dans les argiles de Soissons.

Des rhinocéros, des éléphants, dans tout le bassin de la Seine et de ses affluents; des palæothériums dans les gypses et les calcaires moyens de ce bassin, avec des carnassiers et des rhinocéros.

A l'ouest du bassin de Paris et de la Belgique est le bassin de la Tamise et le sol tertiaire et diluvien de l'Angleterre ; unies au continent vers la fin de la mer secondaire, les îles Britanniques furent peuplées alors par les animaux dont nous retrouvons les débris; les montagnes primaires de l'Ouest leur offrirent une habitation, et nous retrouvons dans les cavernes de Kirkdale, Preston, Kent, etc., vers quelques petites vallées de dénudation, des ours, des mustelas, le felis spelæa, F. *cultridens*, F. *catus*, le canis lupus, renard, chien, un grand nombre d'hyènes dans les cavernes et même dans les alluvions de Lawfort; le crag a aussi fourni le felis pardus; puis les éléphants, les rhinocéros, les hippopotames, les cochons, se sont aussi rencontrés les uns dans les cavernes, les autres dans les vallées.

Ainsi nous voilà arrivés depuis le centre de l'Asie, par des routes directes et non interrompues, jusqu'aux derniers confins de l'Europe occidentale; et la nature des terrains s'accorde partout avec les fossiles pour nous montrer la mer se retirant peu à peu, et donnant lieu à l'habitation des continents et à la formation des terrains tertiaires, diluviens et alluviens dans lesquels seuls se trouvent les fossiles d'animaux terrestres qui sont partout dans le même équilibre harmonique. En sorte que nous pouvons déjà conclure que les terrains tertiaires des bassins de Paris et de Londres, au lieu d'être les plus anciens comme on l'avait cru jusqu'ici, pourraient bien être, au contraire, les derniers formés.

Nous n'avons plus qu'à suivre notre grande ligne d'habitation dans le bassin central, le bassin méridional et le bassin pyrénéen de la France et de l'Espagne.

Les chaînes du Jura et des Vosges se continuent dans les montagnes de la Bourgogne, par la chaîne secondaire de la Côte-d'Or, qui vient rejoindre les Cévennes. Les Alpes dauphinoises offrent aussi quelques chaînons de jonction avec les Cévennes. Or, les Cévennes avec les montagnes d'Auvergne et du Limousin forment tout le plateau central de la France, versant à l'Océan, au nord-ouest par la Loire et ses affluents, et à la Méditerranée au midi.

D'abord dans le plateau central même, sous les versants du Puy-de-Dôme, en Auvergne, le terrain tertiaire d'eau douce de la montagne de Perrier, des environs d'Issoire, etc., a présenté les ours, l'amphicyon minor, des mustelas, des viverras, les felis mégantéréon et cultridens comme dans le val d'Arno, des canis, des hyènes, des rhinocéros en assez grande abondance, dans le diluvium volcanique, des éléphants, des mastodontes, des palæothériums, des hippopotames, des cochons. Puis le bassin de la Loire, au Nord-Ouest, a présenté à Digoin (Saône-et-Loire), dans un calcaire marneux tertiaire, l'amphicyon minor; à Avaray, près de Beaugency (Loir-et-Cher), l'amphicyon major, avec des mastodontes, des rhinocéros, des palæothériums, des ruminants, des tortues, des dinothériums.

Les mêmes animaux se sont en partie retrouvés en Touraine, avec des os de lamentin sur les deux rives de la Loire.

Les dépôts d'Argenton, d'Orléans ont aussi offert des palæothériums et plusieurs des autres animaux ci-dessus.

Dans le bassin du midi de la France, les cavernes de Lunelviel, Fausan, Mialet, Bize, Miremont, Poudres, Sallèles, Cannes, Villefranche, sur toute l'étendue du versant des Cévennes à la Méditerranée et des Pyrénées orientales, ont fourni des ours, des felis spelæa, leo, leopardus, lynx, catus; des canis loup, renard, chien, des hyènes, des rhinocéros. Le calcaire marin du Languedoc a aussi offert le felis pardus.

Dans les terrains tertiaires de ce même versant on a aussi trouvé des palæothériums, des mastodontes, etc.

Enfin, le grand bassin de la Garonne, compris entre les Cévennes, l'Océan et les Pyrénées, s'est montré très-riche en fossiles, principalement dans le dépôt de Sansan (département du Gers), versant des Pyrénées et des Cévennes; là, dans un terrain tertiaire d'eau douce, on a trouvé des ours, des petits ours : amphicyon major et minor; des mustelas, des viverras, des felis palmidens, quadridentata, pardus; des canis, des rhinocéros, des palæothériums, des cochons, des ruminants, etc.

La vallée de la Garonne depuis Blaye sur la rive droite, et sur la gauche jusqu'à Dax, dans le bassin de l'Adour, a fourni des lamentins, puis des éléphants mastodontes.

Les éléphants se sont retrouvés aussi, au-delà des Pyrénées, dans la péninsule espagnole, et il paraît que là, comme dans le bassin de la Garonne, ce sont les mastodontes qui dominent sur les éléphants lamellidontes.

Or, ce sont aussi les élephants mastodontes qui dominent dans l'Amérique du Nord, ne serait-ce pas là une nouvelle preuve de la situation de l'ancienne Atlantide entre l'Amérique et l'occident de l'Afrique et de l'Espagne? et alors ces animaux partis du centre asiatique par la Sibérie orientale auraient pénétré en Amérique pàr l'isthme devenu le détroit de Bhering; et de l'Amérique, ils se seraient étendus dans l'Atlantide, de là sur les chaînes de l'Atlas en Espagne par l'isthme qui est maintenant le détroit de Gibraltar; ils auraient pu venir encore par le nord de l'Afrique, et passer par ce même isthme sur les Pyrénées; la ressemblance des fossiles de l'Amérique avec ceux du bassin sud-ouest de la France, dans lequel prédominent les éléphants mastodontes, tandis que les lamellidontes sont dans toutes les autres parties de l'Europe et de l'Asie, est un fait grave; ce fait, joint aux autres données géologiques et aux traditions des peuples sur l'existence et la disparition de l'Atlantide, fortifierait l'opinion des plus graves géologues qui ont placé l'Atlantide entre l'Amérique et l'Afrique occidentale et les Espagnes.

En résumé donc, les fossiles mammifères commencent à se montrer dans les couches supérieures de la craie, calcaire pisolitique de Meudon, près Paris, dans les assises inférieures du terrain tertiaire, argiles de Soissons et crag de Londres. Ils

continuent dans les terrains tertiaires moyens et deviennent de plus en plus abondants dans les tertiaires supérieurs, dans les alluvions libres et des cavernes. C'est dans les bassins des grands fleuves et sous les versants des grandes chaînes de montagnes, qu'on les rencontre disséminés ou associés, depuis les collines et les pentes de ces grandes chaînes jusque dans le fond des bassins où ces pentes vont se terminer. Il est donc évident que ces animaux habitaient les forêts et les plateaux élevés de ces chaînes, et qu'ils n'ont péri que lentement et naturellement sans aucune catastrophe générale.

La grande puissance des terrains neptuniens s'accroissant et se compliquant de plus en plus, à mesure qu'on s'avance des contrées orientales vers les bassins occidentaux, et des contrées polaires vers les bassins plus voisins de l'équateur, prouve que la retraite des mers s'est faite de l'Orient à l'Occident en Europe, au moins, et dans une grande portion de l'Asie, et ensuite des contrées polaires vers l'équateur.

La dissémination des fossiles à la surface du globe vient confirmer cette grande conclusion ; nous les voyons partir des plateaux élevés de l'Asie centrale et s'irradier dans tous les sens, au Nord en Sibérie, et ensuite en Russie, par les monts Ourals ; puis redescendre vers la mer Caspienne et la mer Noire ; le rayon occidental s'avance par les chaînes du Caucase, du Taurus et des Balkans, jetant à droite et à gauche dans les bassins du Danube et dans ceux de l'Adriatique, les débris de leurs habitants et spécialement des éléphants lamellidontes, des rhinocéros et des carnassiers divers. Ce rayon se continue par les Karpathes, le Hartz, qui jettent sur leurs deux versants, les mêmes fossiles, vers la mer Baltique et la mer du Nord, d'une part, et dans les vallées des grands fleuves de l'autre. Plus au Midi, les Alpes, faisant également suite aux Balkans, jettent encore sur tous leurs versants les mêmes fossiles ; et ces deux grands rayons se continuent dans l'extrémité occidentale de l'Europe, en France et en Angleterre, qui offrent les terrains neptuniens les plus puissants et les plus nombreux, en même temps que les niveaux les plus abaissés.

De l'Asie centrale part un autre rayon qui s'avance au Midi, et qui commence à montrer les traces de ses habitants dans les

Sous-Himalayas; ce rayon doit se continuer et se continue, en effet, par le sol primitif jusqu'en Afrique; mais nous n'en connaissons pas encore assez la faune fossile pour en rien dire.

Enfin, un quatrième rayon s'avance toujours de l'Asie centrale vers l'Est, pénètre en Amérique, et pouvait anciennement joindre l'Amérique à l'Afrique, par l'Atlantide qui venait se terminer aux chaînes de l'Atlas et aux chaînes des Pyrénées hispaniques. Dans tout ce vaste trajet, du moins dans ce qui est exondé, c'est-à-dire en Amérique et dans les bassins sous-pyrénéens en Espagne et en France, ce sont les mêmes fossiles à peu près qui dominent, les éléphants mastodontes, tandis que les lamellidontes dominent dans les autres rayons.

Tout converge donc à prouver que la grande mer primitive ou secondaire, comme on voudra l'appeler, s'est retirée successivement de l'Orient à l'Occident d'une part, et du Nord au Sud de l'autre, pour l'Europe, et que la terre a été habitée à mesure qu'elle sortait de dessous les eaux.

Mais combien de temps a demandé cette vaste retraite de la grande mer primitive?

La puissance des terrains seule et le nombre des assises de chaque terrain peuvent, comme l'ont fort bien établi MM. Boué et plusieurs autres géologues, donner une mesure approximative. Or, nous avons prouvé qu'il n'avait pas fallu plus de deux mille ans pour former la succession des terrains les plus compliqués et les plus puissants.

Nous avons, en outre, démontré par le synchronisme que les divers terrains s'étaient formés simultanément sur tous les points du globe où on les rencontre; dès-lors la durée de la formation totale aura été d'autant plus longue que la mer se sera retirée plus tard. Mais, après le retrait des mers, seront demeurés les lacs, dans lesquels les terrains les plus récents se sont déposés; puis vers la fin il ne restait plus de la grande mer que les golfes dans lesquels se sont déposés les terrains tertiaires, pendant que tout le sol secondaire était habité autour de ces golfes. Or, ce sol tertiaire s'est formé d'autant plus rapidement dans le principe, que les grands fleuves avaient à leur disposition toutes les couches de rivages du sol secondaire.

Il ne leur a donc pas fallu un très-long temps pour achever

leurs dépôts, qui se sont ralentis une fois que les grands fleuves ont eu raviné profondément leurs vallées et encaissé leur lit. Dès-lors nous arrivons à la conclusion que la plupart des terrains tertiaires ont pu se former depuis l'époque du déluge mosaïque, et finir vers les premiers temps historiques de chaque pays, et depuis lors il ne se serait plus formé que des terrains alluviens soit libres, soit dans les cavernes; dans ces terrains se retrouvent, en effet, les derniers débris des animaux perdus avec les traces de l'homme, qui les a fait disparaître en grande partie, à mesure qu'il s'est multiplié et qu'il a étendu son empire destructeur sur les grandes forêts et les grands cours d'eau; c'est ce qui nous sera confirmé par la dernière question qu'il nous reste à traiter, les rapports de l'espèce humaine avec les fossiles et les divers terrains.

LEÇON XXIX.

RAPPORTS DE L'HOMME AVEC LES FOSSILES ET LES TERRAINS DIVERS.

Nous avons démontré largement la possibilité de la formation du sol de remblai dans les temps fixés par la chronologie mosaïque; l'étude de l'espèce humaine dans ses rapports avec les fossiles et avec les terrains divers va, nous l'espérons, faire passer cette possibilité à la réalité, et faire d'une probabilité une certitude.

Nous avons démontré, dans notre quatorzième leçon, qu'il existe un nombre assez considérable de fossiles humains; que ces débris de notre espèce sont associés avec ceux des espèces animales perdues et encore vivantes, et que, par conséquent, l'espèce humaine a habité les pays où l'on trouve ses débris fossiles, en même temps que les espèces animales avec lesquelles ils sont associés. Or, la conclusion positive de toutes les

chronologies ne fait pas remonter l'existence de l'humanité à plus de deux ou trois mille ans avant Jésus-Christ. La seule chronologie mosaïque est celle qui remonte un peu plus loin la création de l'homme.

Voyons si la géologie paléontologique peut nous apprendre quelque chose à ce sujet.

La géologie asiatique et africaine n'est connue qu'en gros; elle ne peut rien nous dire sur les fossiles humains; peut-être parlera-t-elle plus nettement quand elle aura été étudiée.

Mais dès que nous sortons de l'Asie pour entrer en Europe, les fossiles humains nous apparaissent avec ceux des animaux perdus et vivants.

Des crânes humains ont été trouvés à diverses hauteurs, dans la vallée du Danube, versant des Balkans et des Karpathes; par conséquent, exactement dans les mêmes circonstances que les animaux que nous avons rencontrés sur cette ligne occidentale d'habitation primitive.

Diverses parties de l'Allemagne, versant des Karpathes et du Hartz, ont aussi offert de pareils fossiles humains.

Des ossements humains ont été trouvés entre Messen et Dresde avec des animaux perdus.

D'autres, avec le coq domestique, animal très-récemment connu, puisqu'Hésiode et Homère n'en ont point parlé, ont été trouvés à la surface au-dessus de la formation gypseuse.

Dans les cavernes de Köstritz, des ossements humains avec des espèces perdues ont été trouvés à diverses profondeurs; ils y ont donc été apportés successivement comme ceux des animaux; l'homme habitait donc ce pays en même temps que les animaux perdus.

Dans le pays de Bade, des ossements et des crânes humains ont été trouvés à diverses hauteurs avec des débris d'espèces perdues et d'espèces vivantes.

Les brèches de la Saxe ont fourni des ossements humains accompagnés de rhinocéros et de coquilles d'eau douce.

Divers ouvrages d'art et des débris de vaisseaux ont été trouvés dans des couches de marne et de sable marin, près de Stockholm, en Suède; par conséquent, le pays était habité et

la navigation en usage, quand ces couches se sont formées.

Sur les deux rives de la Meuse, sur les bords de la Vesdre, dans toutes les cavernes de Belgique, on a trouvé des ossements humains avec des ours, des rhinocéros, des éléphants et d'autres animaux perdus et vivants.

Quelques cavernes d'Angleterre ont aussi fourni des fossiles humains associés à des ossements d'éléphants, de rhinocéros, etc., et accompagnés de poteries, d'aiguilles en os, de haches et de couteaux en silex ; or, ces derniers objets sont les armes bien connues des anciens peuples celtes et gaulois.

Ainsi depuis la pointe orientale des Balkans et des Karpathes, jusqu'aux versants occidentaux du Hartz, des Vosges et des Ardennes, et jusqu'en Angleterre, les fossiles humains se rencontrent dans les mêmes circonstances que les animaux ; l'espèce humaine a donc suivi la même ligne d'habitation que ces derniers. Mais comme les ossements d'animaux se montrent depuis les couches supérieures de la craie, dans tous les terrains tertiaires jusque dans les alluvions libres et dans ceux des cavernes, tandis que les fossiles humains ne se montrent que dans les cavernes et les couches les plus superficielles des alluvions libres, il est évident que l'espèce humaine n'est venue qu'à la suite des animaux et plus ou moins longtemps après eux, et que c'est elle qui les a fait disparaître.

Si nous suivons maintenant la ligne des Alpes et des Apennins, nous trouvons des fragments de sculpture, de poterie, des restes de bâtiments, dans les strates marines, à Pouzzoles, près de Naples ; ces circonstances tendent à prouver que ces terrains n'ont été déposés que dans les temps où les arts commençaient déjà à fleurir dans la Grande-Grèce.

La ligne des Alpes-Dauphinoises, des Vosges et du Jura méridional et les versants des Cévennes ont également fourni des ossements humains dans les mêmes conditions que les os d'animaux d'espèces perdues et vivantes.

Toutes les cavernes de Bize, près Narbonne, celle de Salle-lès-Cabardès, de Miollet, de Poudre, de Sommières, de Sauvignargues, contenaient des ossements humains avec des débris de l'industrie, mêlés à des os d'animaux divers. Dans celle de Miollet on a trouvé une statuette romaine et six bracelets de

cuivre. On ne peut donc douter que ces cavernes aient été en partie remplies, depuis l'occupation des Gaules par les Romains, par conséquent, il y a environ deux mille ans; et comme il y a des animaux perdus dans ces cavernes, il faut en conclure qu'ils existaient encore en partie à cette époque; et si l'on rapproche ce fait de la grande destruction d'animaux de toutes sortes que les jeux et les cirques romains consommèrent dans les premiers siècles de notre ère, il sera difficile de n'y pas voir une des principales causes de la disparition de plusieurs espèces et du commencement de la rareté des autres, puisque en moins de 500 ans près de trente mille animaux périrent dans les jeux romains, et on allait jusque dans la Grande-Bretagne chercher les ours de la Calédonie réputés comme plus féroces.

Ainsi le diluvium des cavernes était encore en voie de formation dans les premiers siècles de notre ère, et un grand nombre de faits prouve que la Méditerranée et l'Océan s'avançaient plus loin dans les terres qu'aujourd'hui : tout le monde sait qu'Aigues-Mortes, port où s'embarqua saint Louis, il y a environ 500 ans, est maintenant à près de deux lieues de la mer. Il serait trop long de citer tous les lieux d'où la mer s'est retirée, depuis même le quinzième siècle, sans parler de toutes les retraites que la Méditerranée et l'Océan ont opérées depuis qu'on a songé à les observer. Nous arrivons donc à la conclusion rigoureuse que nos terrains tertiaires, maintenant exondés, ont fini de se déposer depuis les premiers siècles de notre ère. En second lieu, que l'espèce humaine est partie de l'Asie centrale comme les animaux; qu'elle a suivi la même route qu'eux; qu'elle est venue après eux, et comme leurs débris se trouvent dans les couches supérieures de la craie, il est prouvé que les terrains se sont formés depuis la première migration des animaux, et pas un grand nombre de siècles avant l'arrivée de l'homme, et que même leurs dernières couches, aussi bien que le diluvium des cavernes, etc., ne se sont formées qu'après les migrations primitives de notre espèce.

Or, les annales des peuples et les traditions historiques concordent avec les faits géologiques; elles nous apprennent, en effet, que c'est par les chaînes du Caucase que l'Europe a été

peuplée, et de là est venu le nom de race caucasique; l'Asie mineure d'abord, puis, par les Balkans, la Thrace et la Macédoine furent peuplées; par là vinrent aussi les Leléges et les Hellènes, premiers habitants de la Grèce, dans le midi de laquelle vinrent plus tard des colonies phéniciennes et égyptiennes. Les mêmes traditions nous montrent, dans ces premiers temps, la plupart des vallées de la Grèce inondées par de grands lacs ou de vastes marécages, et par la mer qui se retira plus tard de plusieurs points.

La chaîne des migrations se continua, d'une part, par les Balkans septentrionaux et les Karpathes, et de là sont venus les peuples de la Germanie; d'autre part, elle se continua par les Alpes, et de là sont venus les Étrusques et les anciens peuples des contrées alpines et des Gaules, etc.

Les fossiles humains ne nous disent rien sur la chaîne qui s'avance du centre vers le nord de l'Asie; jusqu'ici on n'a pas encore indiqué de fossiles humains en Sibérie, ni dans les versants des monts Ourals, mais, en revanche, nous savons que, si la Chine fut très-anciennement peuplée, elle reçut aussi dès les temps anciens des invasions de Tartares et de Mongols qui descendaient de la Sibérie et de toutes les contrées septentrionales de l'Asie. Il fallait donc que ces contrées eussent été peuplées au moins en même temps que la Chine, sinon avant elle. Or, nous avons vu par la constitution géologique de ces contrées et par leurs fossiles, qu'elles avaient été des premières découvertes par les eaux.

La ligne qui part du centre de l'Asie pour s'avancer au Midi et vers l'Afrique, ne nous est point suffisamment connue dans sa paléontologie fossile pour en rien conclure; mais nous avons vu que des chaînes de montagnes primitives descendaient jusque dans l'Afrique orientale et venaient s'élargir dans sa partie Sud; or, l'histoire nous apprend que les premiers habitants de l'Égypte habitèrent ces chaînes entourées d'eau; qu'ils étaient pêcheurs; que la partie méridionale, dont les plateaux étaient plus vastes, fut très-anciennement illustrée par la civilisation éthiopienne qui descendit plus tard en Basse-Égypte, à mesure que les forces humaines en firent la conquête sur les eaux.

La ligne Orientale nous a montré jusqu'en Amérique les traces des migrations animales.

Or, l'Amérique septentrionale a fourni des fossiles humains.

A Saint-Domingue, des squelettes humains avec des produits de l'industrie de l'homme ont été trouvés dans un calcaire marin récent. A la Guadeloupe, des squelettes humains avec des flèches et des fragments de poterie, etc., ont été découverts dans un calcaire marin extrêmement dur.

Une couche marine de l'île San-Laurenzo a présenté des fragments de fil de coton, du jonc tressé, la tête d'une tige de blé de Turquie.

Le sol de remblai de l'État de Tenessé a aussi montré des ossements humains.

En Amérique méridionale, dans les cavernes à ossements du Brésil, un crâne humain a été trouvé avec des animaux d'espèces éteintes.

Nous avons vu qu'on y avait trouvé fossiles les espèces du pays et des espèces éteintes; mais, nous avons vu aussi que le sanglier ou cochon domestique y était également fossile, et, cependant, il n'était point connu en Amérique avant l'arrivée des Espagnols qui l'y apportèrent, et tout porte à croire qu'il n'y est devenu fossile que depuis ce transport.

Les fossiles humains peuvent être en partie postérieurs à la découverte de l'Amérique, mais plusieurs, et particulièrement ceux qui se trouvent avec des espèces éteintes, sont évidemment antérieurs à l'arrivée des Européens.

Les premières migrations de l'espèce humaine en Amérique ont pu s'opérer d'assez bonne heure par l'isthme de Bhering, et peut-être plus tard par la mer qui la sépare des Indes et de la Chine.

Quant à l'Océanie, tout porte à croire qu'elle a été séparée du continent ainsi que la plupart des îles de l'Archipel indien; les traditions hindoues l'affirment positivement pour plusieurs de ces îles, et leur forme le prouve également.

Les faits géologiques concordent donc avec les traditions des peuples pour nous apprendre les routes suivies par les migrations des animaux et de l'homme, et pour nous démontrer que les terrains tertiaires ne se sont formés que pendant

et après ces migrations. Or, celles-ci sont très-certainement postérieures au déluge mosaïque; cela est prouvé par l'histoire; mais cela l'est encore par les fossiles, puisque plusieurs des fossiles humains associés à des animaux perdus ne se sont formés, dans le midi de la France, par exemple, qu'après l'occupation des Gaules par les Romains, et en Amérique, les sangliers fossiles ne le sont devenus qu'après l'arrivée des Espagnols.

Or, comme la chaîne des fossiles mammifères tant des espèces perdues que des espèces encore vivantes, ainsi que des fossiles humains, depuis les couches pisolithiques de la craie jusque dans le diluvium des cavernes et dans les alluvions libres est continue, qu'en outre des animaux perdus se retrouvent avec des squelettes humains et des produits de l'industrie dans des tourbières assez récentes, il faut en conclure que la plupart des terrains tertiaires et tous les terrains dits récents sont postérieurs au déluge mosaïque, qui aurait pu arriver vers la fin des terrains secondaires.

Un autre fait important que nous apprennent encore les annales des peuples, c'est que tous les premiers habitants des divers pays les trouvèrent en grande partie inondés; qu'ils furent pour la plupart ou pêcheurs, ou chasseurs, et qu'ils habitèrent d'abord les montagnes. Nous voyons les premières hordes égyptiennes, occupées à conquérir leur terre sur le golfe du Nil; les Chinois d'Iao occupés à dessécher leurs marais, etc.; les premiers Hellènes sans cesse décimés par des inondations et disséminés sur les chaînes de montagnes environnées par les marais de la Thessalie, etc. Ces traditions, si générales et si indubitables, viennent donc encore confirmer la saine interprétation des faits géologiques et paléontologiques, et prouver avec eux que les premières terres habitées furent les plateaux élevés des montagnes primitives, qui formaient des îles ou de vastes et longues presqu'îles; cela est surtout vrai pour toutes les premières contrées habitées de l'Europe. Or, c'est aussi ce qu'enseigne positivement l'Écriture en parlant des enfants de Japhet qui peuplèrent l'Europe : *Ab his divisæ sunt insulæ gentium in regionibus suis, unusquisque secundum linguam suam et familias suas in nationibus suis* (1); ils partagèrent entre

(1) Gen. x, 5.

eux les îles des nations en faisant leur pays, chacun suivant sa langue et ses familles, en leurs nations. En outre, dans l'Écriture les pays de la Grèce et de toute l'Europe sont appelés les Iles des nations, et l'on retrouve les noms des fils de Japhet dans celui de ces pays et même des montagnes, comme les Monts-Riphées, qui tirent leur nom de Riphat, fils de Gomer.

Ainsi la géologie se relie à l'histoire de l'homme comme à toutes les autres sciences, dont on avait voulu la séparer pour en faire autant de créations fantastiques, autant de mondes à part qu'on compte de couches dans l'écorce du globe.

Les siècles indéfinis croulent évidemment avec toute cette fantasmagorie que la science ne peut plus accepter; et tous les phénomènes géologiques paraissent, en définitive, devoir se renfermer dans les temps fixés par la chronologie mosaïque.

En effet, nous avons vu que les faits et les données géologiques ne paraissent pas avoir demandé plus de deux mille ans pour former la série des terrains les plus puissants; or, quelle que soit la chronologie qu'on adopte, il n'y a nul embarras.

Les Septante comptent de la création au déluge deux mille deux cent quarante-deux, ou deux mille deux cent soixante-deux ans; le texte hébreu compte seulement mille six cent cinquante-six, et les Samaritains un peu plus de mille trois cents ans. Du déluge à la naissance de Jésus-Christ, il y aurait, suivant les Septante et les Samaritains, trois mille ou trois mille cent environ, et d'après quelques exemplaires des Septante plus de trois mille cinq cents; l'hébreu ne compte pour la même période que deux mille trois cent cinquante-sept.

L'Église n'a prononcé sur aucune de ces chronologies et celle des Septante a été longtemps en usage. Il est donc très-permis de la suivre. Or, en prenant le chiffre le plus bas on compte sept mille quatre-vingts ans depuis la création jusqu'à ce jour; d'après un autre chiffre, on compterait sept mille six cents ans, et même huit mille ans pour la durée totale du monde jusqu'à ce jour. On ne peut pas objecter que les années juives étaient des années lunaires, car il est constant que les Juifs faisaient aussi usage de l'année solaire; et d'ailleurs, pour se retrouver toujours avec l'ordre des saisons, ils ajoutaient dans

certaines années un treizième mois, appelé *embolismique*; ce qui ramenait leurs années à l'année solaire.

En comptant donc, avec les Septante, deux mille deux cent soixante-deux ans depuis la création jusqu'au déluge, ce temps aurait suffi pour la formation de ces terrains secondaires; et en prolongeant la formation des terrains jusque vers trois mille ans après la création, nous arrivons à deux mille sept cent soixante-deux avant J.-C., époque chronologique la plus reculée de la plupart des peuples anciens, qui arrivent alors dans des pays encore en partie couverts par les eaux, et où se formaient les terrains tertiaires.

En résumé, la nature minéralogique des terrains qui nous montre que toutes les houillères ont pu être formées en huit cents ou mille ans; que tous les calcaires connus du globe n'ont pas demandé plus de deux mille ans, non plus que la silice; la puissance des formations connues en Allemagne, en Angleterre et en France, concordant avec la nature minéralogique (1), l'étude des couches superposées et des alternances de tous les terrains, que nous avons vus ne pas demander plus de deux mille ans pour arriver à une puissance de huit mille pieds, puissance qui n'est connue nulle part; la grande loi du synchronisme qui nous a prouvé que les diverses couches d'un même bassin avaient été en grande partie contemporaines; que les terrains de bassins différents avaient pu se former en même temps; la retraite successive et souvent accélérée des mers, retraite marquée en chaque pays par la nature même des terrains, par leur nombre et leur puissance et par les montagnes; retraite qui a marché du Centre au Nord et au Midi pour la Haute-Asie, de l'Orient à l'Occident pour l'Europe, concordant avec la retraite des mers et la prouvant, l'habitation successive marquée par les fossiles qui ont laissé leurs traces, en Asie du Centre au Nord et en Europe de l'Orient à l'Occident; les fossiles humains qui se sont montrés dans les mêmes directions, mais arrivés un peu plus tard; les traces des fossiles mammifères depuis la couche pisolithique de la craie jusque dans les cavernes remplies dans les premiers siècles de notre ère; les

(1) Voir Leçon XXVII.

animaux perdus rencontrés avec les débris de l'homme jusque dans les tourbières; les annales historiques concordant avec tous ces faits, pour nous montrer les migrations des peuples se dirigeant en Asie du Centre au Nord et au Midi, et de l'Orient à l'Occident pour l'Europe; les mêmes annales nous montrant tous les premiers peuples habitant les plateaux élevés des montagnes, et celles-ci environnées d'eau et de marécages; tous ces faits, si intimement liés et tellement d'accord entre eux, prouvent, nous semble-t-il, que la chronologie de Moïse qui donne deux mille deux cent soixante-deux ans depuis la création jusqu'au déluge, et trois mille cinq cents du déluge à Jésus-Christ, est assez large pour renfermer tous les phénomènes géologiques. En outre, Moïse, en nous représentant les enfants de Japhet allant s'établir dans les îles européennes, se montre encore parfaitement d'accord avec les annales des peuples et les faits géologiques et paléontologiques, sur l'état du globe quelques siècles seulement après le déluge.

Tout concorde donc, et nous croyons avoir prouvé qu'autant il est évident qu'en raisonnant d'après les hypothèses sans bases et les observations incomplètes, le monde paraît plus vieux que ne semble le faire Moïse, autant en raisonnant d'après les principes de la science et d'après les faits positifs, il est impossible de prouver que le temps assigné par Moïse n'ait pas suffi pour la production des terrains et de toutes leurs circonstances. Bien plus, nous croyons avoir prouvé qu'il est infiniment probable que tout s'est facilement accompli dans les temps fixés depuis la création.

Les annalistes des peuples les avaient faits trop vieux, les recherches historiques, archéologiques, etc., ont montré qu'ils n'avaient point de titre à une si haute antiquité. Les géologues ont fait aussi la nature trop vieille; à travers leurs systèmes ils l'ont aperçue courbée sous le poids des siècles; mais la géologie devenue plus réservée, en devenant plus positive, reconnaît qu'ils se sont trop hâtés de prononcer. Elle rejette toutes ces hypothèses, corrige toutes ces observations, rectifie et complète tous ces faits, et à mesure qu'elle avance dans le chemin de l'observation et qu'elle explique ce qui est arrivé par ce qui arrive, le berceau du monde, dont l'imagina-

tion enthousiaste de sa jeunesse s'était crue séparée par tant de milliers de siècles, lui apparaît dans une époque plus rapprochée de nous.

La géologie, comme toutes les autres sciences, vient donc confirmer l'enseignement de la religion catholique, et nous dire avec elle que tout a été fait pour l'homme, et c'est le dernier point de vue qu'il nous reste à exposer brièvement.

Moïse, racontant comment le Créateur a préparé la terre pour l'homme, nous présente d'abord celle-ci toute couverte par les eaux; puis ces eaux sont réunies dans un même lieu, et l'aride (la terre encore nue) apparaît.

Congregentur aquæ in eumdem locum (1); que les eaux se rassemblent dans un même lieu; un seul grand bassin marin primitif; c'est notre grand bassin primaire, qu'on retrouve partout, en Europe, en Amérique, au cap de Bonne-Espérance, à la Nouvelle-Hollande, etc.

Et appareat arida (2); que la terre aride apparaisse; ce sont tous les plateaux et les chaînes de nos montagnes primitives, que nous voyons partout s'élever au-dessus de la vaste mer primaire; sur leurs flancs et à leurs pieds commencèrent à se former les couches primaires ou de transition qui préparaient à l'homme les métaux et les autres éléments qui devaient lui servir plus tard.

Germinet terra herbam virentem... et lignum pomiferum (3); que la terre aride germe l'herbe verdoyante, et le bois qui porte les fruits; voilà ces plateaux et ces chaînes qui se couvrent de forêts, dont les détritus vont former pour l'avenir des trésors de charbons, que l'homme retrouvera dans le sein de la terre, lorsque, par sa multiplication et l'extension de sa domination sur la terre, il aura ravagé les forêts de la surface; Dieu préparant ainsi à l'homme la source des prodiges de ses arts, afin de lui rappeler sans cesse ce qu'il doit à son Créateur.

Producant aquæ reptile animæ viventis (4); que les eaux fourmillent, selon le texte original, d'êtres fourmillants, marquant ainsi l'abondance des animaux qui furent créés dans les eaux;

(1) Gen. I, 9. — (2) *Id.*, *id.* — (3) *Id.*, *id.*, 11. — (4) *Id.*, *id.*, 20.

et aussitôt les milliers d'animaux à transsudation calcaire commencèrent à accumuler leurs produits dans le sein des mers et sur leurs rivages, et préparèrent ainsi à l'homme d'autres éléments de ses arts et de son industrie, dans les marbres pour la sculpture, les calcaires pour ses demeures et ses monuments, et toutes ces substances pour préparer un sol plus fertile aux plantes et à l'agriculture, première source de la prospérité des nations.

Les oiseaux et les animaux terrestres sont créés ensuite pour venir habiter ces forêts, et se multiplier sur la terre à mesure qu'elle sera découverte par les eaux; aussi leurs débris ne se trouveront point fossiles dans les profondeurs de la mer primitive, d'où ils étaient trop éloignés; tandis qu'on les retrouvera sur ses bords dans les terrains qui s'y formeront à mesure que la grande mer se resserre.

Enfin, l'homme est créé pour dominer la terre et tous les êtres qui l'habitent. Mais par sa chute il perd les priviléges de sa création, et sera forcé ensuite à conquérir son empire. Le déluge vient après pour châtier l'humanité coupable; et à la suite de ce grand événement l'humanité va recommencer à peupler la terre et à marcher dans le progrès de son développement en tout genre, sous la main de Dieu d'abord et sous l'influence des lois physiques et de la nature du sol ensuite; et ici la géologie nous révèle de nouveaux rapports avec l'histoire de l'humanité.

C'est avec raison que M. Boué a dit : « Les différences qui existent entre les habitants de la terre dépendent autant de la manière dont ont été formées successivement les terres fermes, que des zones de climats qui diversifient le globe. »

Les peuples, en partant du centre de la Haute-Asie, s'avancèrent par les grandes chaînes de montagnes que les géographes ont appelées avec raison les portes des nations. Dans les premiers temps ces montagnes, à cause du voisinage des eaux, étaient couvertes de végétaux et peuplées d'animaux; aussi tous les premiers peuples furent-ils en général ou pasteurs, ou chasseurs et pêcheurs; le sol primitif offrait peu de ressources à une culture riche et productive, et d'ailleurs le nombre des hommes ne l'exigeait pas.

Des terrains primitifs, les peuples descendirent sur le sol primaire ou de transition ; déjà la culture commence à se développer, mais la chasse et le soin des animaux prédominent encore, et dureront même toujours chez les peuples qui continueront d'habiter dans de vastes contrées primaires ; témoin la Sibérie et l'Amérique du Nord. Cependant la recherche des métaux précieux y développera une certaine industrie, mais qui, loin d'être civilisatrice, sera plutôt dégradante.

C'est en arrivant sur le sol secondaire que les nations commencent à prendre leur essort civilisateur ; là, en effet, la culture devient active et puissante, les arts trouvent des ressources dans le sol même.

Mais ce sera surtout dans les contrées où le sol tertiaire sera réuni au sol secondaire, primaire et primitif, que se trouveront réunies toutes les conditions matérielles de la prospérité des peuples, tant par la culture que par les arts et le commerce.

Telle est, en effet, la marche que la civilisation a suivie ; les contrées du nord de l'Asie et de l'Europe, toutes formées de terrain primitif et de sol de transition, quoique peuplées des premières, sont demeurées stationnaires en grande partie.

Au contraire, les peuples du centre de l'Asie, qui ont trouvé autour de leurs plateaux primitifs toutes les sortes de terrains, ont fait très-anciennement de rapides progrès.

Il en a été de même de tous les peuples du périple de la Méditerranée, sur lequel nous voyons en effet réunie la série de tous les terrains ; aussi, est-ce par ces peuples qu'a été accomplie la civilisation la plus élevée ; et, ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'elle a suivi la même marche que les migrations des animaux et de l'homme ; à partir du centre de l'Asie, la civilisation s'est propagée par l'Asie mineure, versant du Taurus ; marchant de là en Grèce, versant des Balkans ; puis en Italie, versant des Alpes et des Apennins ; et, enfin, dans les Gaules et la Germanie, versant des Alpes et des Karpathes. Les peuples du nord de l'Asie et de l'Europe, habitants des montagnes primitives et des terrains primaires, ont toujours tendu à redescendre de la Sibérie vers la Chine, d'une part, et des contrées septentrionales de l'Europe vers les régions méridionales, de l'autre ; et ce n'est que quand ils sont arrivés dans les contrées où la série des ter-

rains géologiques est plus complète, qu'ils se sont fixés et qu'ils ont marché dans une civilisation plus large.

C'est qu'en effet le sol, composé de terrains primitif et primaire, n'offre pas de grandes ressources à l'agriculture, première base de la prospérité d'un peuple; tandis que le sol, composé de terrains secondaire et tertiaire, offre à l'agriculture, par la variété des substances qui le composent et par les débris d'êtres organisés qu'il renferme, toutes les conditions les plus favorables à l'agriculture d'abord et aux arts ensuite. Un sol aussi fécond voit bientôt se multiplier sa population qui y trouve une vie facile, et si la loi morale révélée vient agir sur de telles conditions physiques, on en voit naître les peuples les plus grands et les plus puissants.

Une autre cause physique qui naît encore de l'ordre dans lequel le sol s'est formé, vient favoriser ce développement. En effet, les terrains tertiaires sont les derniers sortis des eaux par la retraite successive des mers, ils sont donc en général plus voisins de ces mers, qui ouvrent dès-lors de vastes portes aux communications des peuples et au commerce, complément du bien-être des nations.

Ces vues et ces rapports du sol géologique, que l'on pourrait développer et délayer, ne sont point une théorie, ni un système ; ce sont des faits positifs qui se relient avec tous les faits positifs de la géologie paléontologique et avec l'histoire des peuples divers. Ils démontrent, à n'en pas douter, que la terre, créée pour l'homme, a subi, depuis sa création, des modifications préparatrices du développement de l'humanité, des modifications qui sont venues successivement à mesure que les besoins de l'humanité semblaient les réclamer; en sorte que la terre, créée d'abord pour servir d'habitation à l'homme, se modifie dans son sol pour lui fournir toutes les conditions les plus avantageuses, à mesure que les peuples se multiplieront et s'étendront sur le globe. Et ce seront les êtres organisés, créés pour l'homme, qui contribueront le plus par leurs productions et leurs débris à préparer le sol et à le modifier : ils l'habiteront d'abord comme pour l'assainir et le féconder, puis l'homme viendra. Alors ils lui céderont la place et disparaîtront devant lui. Mais par cette domination même de l'homme, la création tendra vers sa fin ; il absorbera tout en lui et pour lui, et mar-

chera ainsi nécessairement vers la consommation finale qui devra mettre un terme à ses destinées sur la terre. Cette conséquence, vue par le Créateur, a été prévenue et équilibrée dans l'harmonie générale, pour qu'elle n'arrivât pas trop brusquement. Et les phénomènes géologiques ont joué ici un grand rôle ; à l'absorption des bois et des forêts a été préparé un contre-poids dans la formation des charbons de terre, qui furent pour la plupart déposés dans les mers primitives avant l'arrivée de l'homme et probablement des animaux, qui étaient retenus par les mers. Aux besoins de la multiplication de l'espèce humaine, ont été préparées les conditions de fertilité des terrains les derniers formés ; à mesure que l'espèce humaine s'est agrandie, et qu'elle a eu plus besoin de tout le sol et de tous ses éléments de vie, les grands carnassiers et les grands herbivores ont disparu pour laisser le champ libre après l'avoir préparé à l'homme et à ses animaux domestiques. Ainsi se vérifie la parole de l'Écriture : *Terram autem dedit filiis hominum* (1) ; *constituisti eum super opera manuum tuarum, omnia subjecisti sub pedibus ejus, oves et boves universas : insuper et pecora campi : volucres cœli et pisces maris, qui perambulant semitas maris. Domine Dominus noster, quam admirabile est nomen tuum in universâ terrâ* (2) ! « Il a donné la terre aux enfants des hommes. Seigneur, vous avez établi l'homme sur les œuvres de vos mains ; vous avez tout soumis à ses pieds, toutes les brebis et les bœufs, et, en outre, les animaux des champs : les oiseaux du ciel et les poissons de la mer, qui parcourent les sentiers des eaux. Seigneur, notre Seigneur, que votre nom est admirable dans toute la terre ! »

Ainsi la géologie, comprise dans sa vraie nature d'histoire des ruines et des modifications de la surface du globe depuis sa création, vient se relier avec toutes les sciences dont elle emprunte les principes, dont elle confirme les lois ; elle démontre de plus en plus l'harmonie universelle, et se relie à l'histoire de l'humanité en confirmant sa loi et ses destinées morales, loin de les ébranler comme les hypothèses de son enfance avaient tendu un instant à le faire croire aux esprits qui ne réfléchissent pas.

(1) Ps. CXIII, 16. — (2) *Id.*, VIII, 7-10.

APPENDICE.

DU DÉLUGE

AU POINT DE VUE

SCIENTIFIQUE ET THÉOLOGIQUE.

Un déluge est une inondation extraordinaire qui ravage la terre sur laquelle d'immenses masses d'eaux peuvent être répandues par des causes nombreuses et diverses. On ne doit pas confondre ce phénomène avec les inondations ordinaires et fréquentes causées presque régulièrement par les dégels, les fontes de neiges, les pluies abondantes et autres causes semblables, mais à peu près régulières dans leur origine et leurs effets. Les causes qui déterminent les déluges sont bien plus rares et peu connues encore, et il serait par conséquent difficile de les attribuer au cours régulier de la nature, puisque la science humaine n'est point en état de les prévoir, ni d'en fixer les lois, chose nécessaire cependant pour qu'on puisse affirmer qu'ils rentrent dans l'ordre le plus commun des faits naturels et qu'ils constituent un des mouvements *essentiels* du globe, comme l'affirment assez légèrement certains écrivains. Il est bien vrai que l'étude du globe terrestre fournit les preuves irréfragables de submersions longues et d'émersions d'une grande partie des continents. Il est probable encore que plusieurs de ces émersions ont pu causer dans un temps ou dans un autre des inondations diluviennes ; mais comme jusqu'ici on n'a appliqué le nom de déluge qu'à une ou plusieurs inondations qui ont profondément frappé l'esprit des peuples, dérangé le placement des nations et laissé des traces dans toutes les traditions, nous pensons qu'il ne faut point introduire la confusion dans la langue en changeant la valeur d'un mot consacré et qui a une signification historique. C'est ici une simple obligation de bonne foi, commandée par la logique qui défend toute tactique habile qui consisterait à remplacer les preuves de raison par des mots détournés

de leur sens. Le nom de déluge ne doit donc s'appliquer qu'aux grandes inondations qui ont détruit toute l'humanité ou des parties notables de notre espèce, et c'est là le sens précis que nous entendons lui donner dans cet appendice. Nous ne rangerons donc point indifféremment parmi les déluges une foule d'inondations qui, bien que considérables, n'offrent pourtant pas les caractères assignés aux vrais déluges par le bon sens général de tous les peuples. Nous en parlerons néanmoins en suivant pas à pas l'auteur de l'article DÉLUGE, dans l'*Encyclopédie nouvelle*, où il a assez bien résumé toutes les difficultés faites contre le déluge mosaïque. Nous reconnaissons que les grandes inondations sont le résultat de phénomènes fort divers dont voici les principaux : 1° rupture de barrages ou de digues : un des bords du bassin qui tenait une masse d'eau en équilibre au-dessus d'une contrée plus basse, vient tout-à-coup à se briser et l'eau inonde la contrée inférieure ; 2° dislocation du sol : des tremblements de terre, en soulevant ou abaissant le sol, peuvent changer le lit des fleuves et le bassin des mers en inondant des contrées auparavant à sec, et qui deviennent ou le nouveau lit du fleuve, ou un bras de mer, ou un lac ; 3° violences de l'Océan : les eaux des mers peuvent être soulevées sur la contrée qui les borde, s'y établir à demeure ou simplement la ravager et rentrer après dans leurs anciennes limites. Mais ce n'est pas seulement à ces divers phénomènes, même en y joignant aussi les pluies et les fontes de neiges extraordinaires, que sont *vraisemblablement* dus *tous* les déluges qui ont passé jusqu'ici sur la terre ; car nous pourrions *très-vraisemblablement* aussi joindre à ces causes d'inondations, avec grand nombre de savants, les influences astronomiques des autres globes sur le nôtre, influences qui peuvent troubler pour un instant l'équilibre de la terre, changer tout ou partie du bassin des mers. En admettant la moralité du genre humain comme son premier caractère d'élévation sur les autres êtres, en acceptant l'action nécessaire de la Providence sur cette moralité, nous pourrions *très-vraisemblablement* encore admettre l'action de la justice divine dans ces phénomènes effrayants qui ramènent l'humanité déviée dans ses voies ; c'est là une loi du monde moral, tout aussi digne de Dieu que les lois de l'attraction, et à laquelle il ne paraît pas que la logique de tous les peuples ait répugné, ainsi que nous le verrons plus loin. Disons un mot des principales causes physiques d'inondations.

Rupture de barrages. — Les ruptures de barrages peuvent avoir lieu soit par l'érosion lente ou l'impulsion violente des eaux du réservoir, soit par les dislocations qu'occasionnent parfois les tremblements de terre. Il est superflu d'ajouter que « les particularités du

déluge dépendent uniquement du volume total des eaux, des dimensions de l'ouverture, ainsi que de l'étendue et de l'inclinaison de la contrée soumise à l'inondation. » Inutile encore d'ajouter que « la géométrie permet de calculer, au moyen de ces quatre éléments, la grandeur et la durée du déluge, ainsi que la vitesse et la hauteur des eaux, etc. » Une des plus modernes inondations de cette espèce que l'on puisse citer, est celle qui a eu lieu en 1818 dans la vallée de Bagnes. Des blocs de neige et de glace, tombés du haut des glaciers du Gétroz formèrent dans cette vallée, l'une des principales ramifications de celle du Rhône, une digue de près de trois cents pieds de hauteur. Les eaux du torrent, grossies par la fonte des neiges, produisirent bientôt un lac d'une demi-lieue de longueur et de deux cents pieds de profondeur dans quelques points, en somme de huit cents millions de pieds cubes d'eau, suspendue derrière une barrière de glaces au-dessus des parties inférieures de la vallée. Les chaleurs de l'été étant survenues, l'inondation fut terrible. C'était un lac tout entier qui marchait à travers le pays, avec une vitesse qui fut d'abord de près de dix lieues à l'heure. Tout fut ravagé, d'énormes quartiers de rochers furent enlevés, la petite ville de Martigny souffrit beaucoup; plusieurs maisons eurent de l'eau jusqu'au second étage. La furie de l'inondation ne se calma qu'en débouchant dans la vallée du Rhône. Au seizième siècle, la même ville de Martigny fut deux fois gravement endommagée par des masses d'eau ainsi précipitées du haut de la vallée. Les années dernières, la vallée du Rhône a été aussi assez fortement ravagée par des inondations, pour que la bienfaisance publique de toute la France soit venue par des quêtes au secours des victimes. Personne cependant n'a songé, avant l'*Encyclopédie nouvelle,* à voir des déluges dans ces inondations. — Il est facile de concevoir, d'après la débâcle du lac de Bagnes, quelle énergie peuvent acquérir ces masses d'eaux quand elles sont resserrées par des obstacles assez puissants. On s'en est même servi pour expliquer le transport des quartiers de rochers que l'on observe souvent loin de leur position primitive, au débouché des hautes vallées. Ces blocs, enlevés dans d'énormes glaçons, flottent à la surface des eaux et sont ainsi entraînés, pense-t-on. — L'inondation causée par le lac de Mareb est assez célèbre dans l'histoire d'Arabie, puisque le Coran en parle et qu'elle déplaça plusieurs tribus arabes. C'est, dit-on, à cette émigration fameuse chez ces peuples, que remonte la fondation des royaumes de Gassan et Hiza, et l'établissement des Khosaïtes à la Mecque. — Les inondations par rupture de barrage peuvent n'être pas aussi limitées que les deux exemples que nous venons de citer. Il y a d'assez vastes contrées, placées au-dessous d'énormes

amas d'eau, qui pourraient dans un temps donné se verser sur elles et les couvrir, soit passagèrement, soit pour toujours. — Qu'un tremblement de terre, par exemple, vienne par une dépression de terrain à mettre la mer Noire en communication avec les versants de la mer Caspienne, aussitôt un effroyable déluge engloutirait tout le magnifique pays de plus de quinze mille lieues carrées, bien peuplé, bien cultivé, enrichi de ports, de monuments, de cités florissantes, et qui est situé tout entier au-dessous du niveau de la mer Noire. Les bords de la mer Caspienne ne sont pas la seule partie des continents qui soit dominée par de grands réservoirs. Il existe un grand nombre de vallées qui, par la rupture soudaine des lacs, placés dans leur partie supérieure, se trouveraient couvertes par une inondation transitoire plus ou moins considérable. Certains géologues acceptent de nombreux dessèchements de lacs, dont plusieurs ont pu causer de pareilles inondations, mais on ne peut ranger parmi ces inondations incertaines celles dont les traditions des peuples nous ont conservé le souvenir; car parce que l'histoire ne mentionne pas toutes les inondations que la géologie découvre comme probables, ce n'est pas une raison pour nier celles dont le souvenir a été conservé. Un grand nombre de ces phénomènes ont pu avoir lieu sans aucun témoin humain, et quand la géologie sera sortie de son enfance, peut-être pourra-t-elle dire quelque chose de plus positif sur ce qu'elle ne peut encore que soupçonner aujourd'hui. Cela pourra offrir quelque intérêt à l'histoire de notre globe, mais fort peu à l'histoire du genre humain. Nous ne dirons donc pas « que c'est à la géologie à suppléer à l'imperfection de l'histoire, et à lui rendre, par ses découvertes, les connaissances qu'elle a perdues. » L'histoire a des monuments certains, la géologie n'a encore et n'aura d'ici longtemps que des conjectures; c'est pourquoi la première peut quelquefois guider la seconde, mais celle-ci n'offrira jamais de grandes lumières à une science qui est d'un tout autre ordre, puisqu'elle repose tout entière sur la mémoire et la moralité humaine, bases bien plus certaines que les interprétations hypothétiques des accidents du sol. Cependant on a dit : « Nous avons déjà indiqué ailleurs (*V.* l'article CHRONOLOGIE (*Encyclopédie nouvelle*), en recommandant ce sujet aux investigations des voyageurs, le rôle capital que la rupture, durant quelque agitation du Caucase, de réservoirs situés dans les ramifications supérieures du Tigre et de l'Euphrate, aurait pu avoir dans l'*inondation* fameuse dont les écrits des Hébreux nous ont gardé la mémoire. » S'il suffisait d'indiquer des investigations à faire pour changer une conjecture mal fondée en certitude, nous répondrions; mais, en attendant les investigations à faire, nous ne perdrons pas

de temps à rechercher le rôle *capital* que la rupture des réservoirs inconnus du Tigre et de l'Euphrate *aurait pu* avoir dans l'*inondation* qu'on avait toujours appelée jusqu'ici déluge, et à tout aussi bon droit que l'inondation de la vallée de Bagnes. Une pareille affectation à confondre ainsi à plaisir la signification des termes suffirait à elle seule pour réfuter une thèse, conjecturale surtout.

Sans plus de preuves, on ajoute : « Le déluge de Deucalion, amplifié et défiguré par la mythologie des Grecs, comme le précédent par la mythologie orientale, et qui, suivant toute apparence, n'a exercé ses ravages que dans la Thessalie, pourrait bien être sorti du sein de quelque lac de la chaîne du Pinde ou de l'Olympe. Aristote, qui le rapportait (*Météor.*, liv. I) à des pluies extraordinaires, par suite desquelles une partie de la Grèce aurait été inondée, n'en fournissait cette explication que pour enseigner qu'il était local et produit par des causes naturelles; et cette opinion, simplement énoncée sans aucune preuve de géologie ni d'histoire, ne suffit pas pour trancher décidément la question. » L'auteur espère que quelque géologue la tranchera un de ces jours. Nous verrons plus loin si le déluge mosaïque, dans la narration duquel il n'y a nulle trace de mythe, peut être confondu avec la mythologie grecque; pour le moment, nous acceptons l'autorité d'Aristote comme plus compétente que celle de notre auteur qui l'a lu peu attentivement. Car qu'il n'y ait pas maintenant de monument historique touchant le déluge de Deucalion, cela ne prouve pas qu'Aristote n'en avait pas entre les mains, qui ont pu être détruit par le temps comme un grand nombre d'autres. Pour quiconque a étudié Aristote, qui sait toujours douter à propos, la manière positive dont il parle de ce déluge, ne permet guère de penser qu'il n'eût des traditions certaines sur cet événement. Il en parle ailleurs comme d'un phénomène bien plus étendu que ne l'insinue la citation précédente. C'est au chapitre quatorze du premier livre de la *Météorologie* qu'il en est question. Dans ce chapitre, du plus haut intérêt pour la géographie géologique, Aristote dit que le déluge de Deucalion eut lieu *principalement* autour de la Grèce : et plus bas, qu'il changea le cours des eaux dans un *grand nombre* de lieux. Contrairement à ce que prétend la citation que nous critiquons, Aristote donne particulièrement des preuves géologiques de ce déluge dans le même chapitre, puisqu'il dit qu'au temps des Troyens, l'Argolide, toute couverte de marais, nourrissait peu d'habitants ; il ajoute qu'il en a été de même pour plusieurs autres lieux, et, de son temps, ils étaient desséchés. Il y a plusieurs autres considérations géologiques dans ce chapitre qui défendent de traiter Aristote comme un homme d'une science superficielle. —

« Terminons brièvement ce chapitre, continue notre auteur, en jetant » un coup d'œil sur le déluge dont *semble* menacée pour *les siècles* » *futurs*, une contrée *plus florissante sans doute* que ne le fut *jamais* » la Mésopotamie antédiluvienne. » Suit une longue et prophétique description du déluge que le lac Érié, qui tombe depuis *dix mille* ans sur le Bas-Canada, répandra dans un minimum de *quarante mille* ans sur cette contrée. Où sont les preuves de tant d'assertions hasardées? Il n'y en a pas d'autres que l'intention bien manifeste d'étourdir le lecteur sur le fond de la question. Mais, puisque les preuves n'arriveront que dans *quarante mille ans*, au minimum, nous avons le temps de découvrir d'ici-là les éléments d'une réponse d'autant plus solide, que quand même le déluge du Bas-Canada serait déjà arrivé, il ne prouverait absolument rien contre le déluge mosaïque, ni sur l'état de la Mésopotamie antédiluvienne.

Dislocations. — Les tremblements de terre peuvent soulever ou abaisser des parties du sol, et forcer ainsi les eaux à changer leur niveau et leur lit. Ici les eaux s'établissent à demeure et non plus passagèrement, comme dans les inondations par débâcles ; l'étendue de la région ainsi engloutie, la hauteur et la violence des eaux peuvent, comme il est aisé de le concevoir, varier à l'infini. — En 1819, un violent tremblement de terre se fit sentir aux bouches de l'Indus. La secousse se propagea dans l'intérieur, jusqu'à Ahmedabad ; plusieurs villes furent renversées, le fort de Sindrée et le pays environnant s'abaissèrent sur une étendue d'environ 12 lieues de longueur sur 7 de largeur, et furent engloutis par une irruption de la mer. En 1828, le capitaine Burnes visita ces lieux dans une chaloupe ; il trouva la grande tour toujours debout et s'élevant de quelques pieds seulement au-dessus de l'Océan. Les poissons circulaient parmi les arbres restés debout, et l'Indus enterrait le pays dans ses sables. — Les tremblements de terre analogues au précédent sont assez fréquents. Rappelons seulement l'affaissement de la côte d'Arica, au Pérou, pendant le tremblement de 1833 ; la submersion de la ville de Tomboro, à Java, en 1815, la formation des lacs de la vallée du Mississipi, aux environs du nouveau Madrid, en 1811 ; la destruction de Lima, d'une partie de la côte et de la ville de Callao, en 1746 ; le tremblement de terre de Saint Domingue, en 1751, causa sur la côte un enfoncement de plus de 20 lieues de longueur ; en 1755, le fameux tremblement de terre de Lisbonne engloutit sous les eaux le quai, les navires et un grand nombre de victimes ; en 1762, d'horribles inondations eurent lieu au Bengale, par suite du tremblement de terre de Chittagong ; le tremblement de terre de Calabre, en 1783, fut accompagné de la formation d'une cinquantaine de nouveaux lacs,

non compris les abîmes plus étroits remplis d'eau. « M. de Hoff a calculé, d'après le relevé des tremblements de terre qui ont eu lieu dans ces quinze dernières années, que chaque mois, en moyenne, il s'en est produit au moins un. En supposant, ce qui probablement n'est pas exagéré, que les circonstances nécessaires pour l'inondation se présentent une fois sur cent, on trouverait, en raison de la moyenne ci-dessus, que les inondations par affaissement doivent se répéter, sur un point ou sur un autre, à peu près une fois tous les huit ans. Mais jusqu'à ce que la géologie connaisse les tremblements de terre par une série d'observations plus exactes, plus complètes et plus nombreuses que celles qu'elle possède aujourd'hui, on ne pourra rien fixer de précis à cet égard, même en moyenne. Contentons-nous donc de l'idée générale que les exemples précités ont sans doute fait naître. » Or, en acceptant très-volontiers tous ces faits et bien d'autres qui sont très-importants pour l'histoire de la terre, mais qui ne prouvent rien contre le déluge mosaïque, l'idée générale qui reste est qu'on ne peut *rien fixer de précis à cet égard, même en moyenne.*

Violences de l'Océan. — Les secousses brusques des tremblements de terre peuvent imprimer à la mer d'énormes oscillations qui la précipitent fougueuse au loin de ses rivages. Les inondations de cette espèce durent peu, mais elles détruisent tout sur leur passage. — Le tremblement de terre de Lisbonne montra un exemple mémorable de cette action des eaux : « La mer, comme si elle se fût tout-à-coup séchée, laissant son lit à découvert, se mit d'abord à fuir loin de la côte ; puis s'arrêtant alors et ramassant toute sa force, elle revint sur elle-même, gonflée en une énorme vague de 60 pieds de hauteur, et d'une incroyable violence. Cette fluctuation extraordinaire se promena sur une grande étendue, à la surface de l'Océan ; elle se fit sentir tout le long de la côte de Maroc, ainsi qu'à Madère, où elle occasionna de grands dégâts ; et d'une autre part, remontant vers le Nord, elle alla expirer, en y culbutant encore les navires dans l'intérieur des ports, sur les côtes d'Irlande. » Des phénomènes semblables se reproduisirent lors du tremblement de terre qui détruisit Lima, en 1746, et pendant les commotions de la Calabre, où la plus terrible des inondations fut celle qui détruisit Scylla. — Un grand nombre d'événements analogues ont pu se produire sur les bords de la Méditerranée, dans la plus haute antiquité, et cependant il n'est guère arrivé jusqu'à nous, de cette période, d'autres récits de déluges partiels que ceux des Grecs. — « Encore ces récits sont-ils si fort obscurcis et dominés par la fable, que les particularités essentielles du phénomène physique y manquent presque entièrement. La science

serait en droit, à leur sujet, de comparer la poésie à ces enveloppes protectrices dont on entoure les momies, et qui ne conservent qu'à la condition de déformer. Mais quelles que soient les altérations qu'elle cause, la poésie mérite à coup sûr, même en ceci, de la reconnaissance, puisque c'est elle qui, en empêchant de se dissiper et de se perdre des choses auxquelles nous avions intérêt, nous les a gardées au moins en partie. Ces réflexions tombent particulièrement sur la tradition du déluge d'Ogygès, qui se borne pour ainsi dire à nous faire savoir qu'une ancienne inondation a eu pour théâtre la Béotie et l'Attique. Cela seul est beaucoup ; car en considérant que cette inondation n'a point été permanente comme celle de Samothrace, et qu'elle ne s'est étendue que sur deux contrées basses et voisines de la mer, on peut penser, comme l'a fait M. Lyell, dans un aperçu sur les anciennes révolutions de l'Archipel, qu'elle a été le résultat de quelque flot considérable soulevé par un tremblement de terre. Avis de la poésie aux géologues d'étudier ce pays, et de voir s'il serait demeuré à sa surface quelque trace de cet antique événement. » — La mer, par des marées violentes, peut quelquefois attaquer ses rivages et empiéter sur les terres. Les pays situés à l'embouchure des grandes rivières sont les plus exposés à ces empiétements. Les côtes du Danemark et de la Hollande, basses, formées uniquement de terrains d'alluvion, soumises à d'énormes marées et exposées à toute l'impétuosité des ouragans du Nord-Ouest, sont la partie de l'Europe où ces funestes inondations se répètent le plus souvent. L'Océan leur fait une guerre éternelle, et son voisinage est aussi menaçant pour elles que celui des volcans pour les villes assises à leur pied. Dans les premiers siècles de l'ère chrétienne, l'Archipel qui s'étend à peu de distance du Continent, entre les embouchures de l'Elbe et celles du Rhin, se composait de vingt-trois îles, et il n'y en a plus que seize aujourd'hui. Le grand golfe de Zuyder-Zée ne date que du XIII[e] siècle ; celui de Dollart, creusé dans le delta de l'Ems, n'a été achevé qu'au XVI[e], lors de la destruction de la ville de Tarum et de la campagne environnante ; celui de Jahde, près de l'embouchure du Weser, s'est graduellement approfondi depuis le XI[e] jusqu'au XVII[e] ; la baie de Bies-Bosch, au fond de laquelle reposent vingt-deux villages, est du XV[e] siècle. Les progrès de la mer sur la Hollande sont effrayants. Il y a lieu de penser que le Rhin et les fleuves voisins ont perdu de leur force depuis le temps où leurs alluvions ont formé ces vastes plaines ; car il est certain que, malgré les digues élevées par l'industrie humaine, l'Europe perd continuellement du terrain de ce côté, et que le limon charrié par les fleuves, loin de forcer comme autrefois la mer à reculer, ne suffit même plus

pour compenser ce qu'elle enlève. Les terres du Danemark ne sont pas moins en danger que celles de la Hollande. Elles sont attaquées même par la Baltique ; mais c'est surtout sur le Cattegat et sur la mer du Nord que les assauts sont terribles. Si l'Océan est destiné à soutenir pendant quelques siècles encore le système d'envahissement qu'il paraît avoir constamment poursuivi sur ce littoral depuis les temps les plus anciens, il est facile de prévoir que la péninsule danoise, déjà fortement entamée à la hauteur de Schleswig, finira par se couper tout-à-fait, et ouvrir ainsi une nouvelle route aux vagues du Nord-Ouest, vers les îles de la Baltique. » — « Bien que ce grand phénomène, considéré dans son ensemble, s'accomplisse par une série de coups plus puissants par leur nombre et leur tendance uniforme que par l'efficacité particulière de chacun d'eux, cependant, de temps à autre, quelques-uns de ces coups, par l'étendue du morceau qu'ils enlèvent, se distinguent de tous les autres et font époque. Celui qui a complété la ruine de Nordstrand est un des plus mémorables. Cette île, jointe avec quelques-unes de ses voisines, formait au moyen âge, sous le nom de Nord-Friesland, une florissante péninsule ; entièrement détachée du continent, vers la fin du XIII[e] siècle, et peu à peu rongée par l'Océan, elle possédait encore, au commencement du XVII[e] siècle, une population de 9,000 habitants et d'immenses troupeaux. Aujourd'hui ses débris sont trois petits îlots que les vagues dévorent, et qui bientôt peut-être auront disparu. Une tempête qui jeta sur l'île une haute mer d'automne, en 1634, et causa en une seule nuit la perte de treize cents maisons, de six mille habitants et de cinquante mille têtes de bétail, l'a mise en cet état. » Tous ces faits sont des renseignements utiles, mais ils n'ont que des rapports trop éloignés au déluge pour qu'on puisse en tirer aucune conséquence. — « On ne peut guère douter que le déluge kimrique, qui est du second siècle avant notre ère, n'ait été produit par une inondation de ce genre, et ne doive être rangé dans la série des désastres occasionnés par les violences de la mer dans ces contrées. Ce fut ce déluge qui jeta les Cimbres sur l'Italie, et devint ainsi la cause incidente de la grandeur de Marius et des événements retentissants qui l'ont suivi : « *Cimbri, Teutoni atque Tigurini*, dit Florus, *ab extremis Galliæ profugi, cum terras eorum inundasset Oceanus, novas sedes toto orbe quærebant...* » — Le rédacteur de l'Encyclopédie nouvelle, que nous venons de citer, termine ce chapitre par le roman de Kazwini, dans ses Miracles de la nature. Cet auteur passait un jour par une riche et populeuse cité, et il demanda à l'un de ses habitants depuis quel temps elle existait. Il ne put obtenir d'autre réponse, sinon qu'elle était ancienne. Cinq cents ans après, passant

par le même lieu, il ne trouva plus qu'une campagne couverte d'herbe. Après cinq autres cents ans, il trouva ce lieu couvert par la mer. Enfin, cinq autres cents ans s'étant écoulés, il trouva au même lieu un désert habité par un solitaire, qui ignorait aussi bien que ceux qui l'avaient précédé ce qui était advenu. Puis notre rédacteur en conclut qu'il en est de même de l'histoire de la terre et des déluges par rapport à l'humanité. Cela peut être, mais qu'est-ce que cela prouve? absolument rien. — Nous venons de parcourir tous les préliminaires curieux, mais fort peu concluants et tant soit peu parasites, qui préparent dans l'Encyclopédie nouvelle la question du déluge. On a pu se convaincre qu'il n'y a aucune conclusion à en tirer; quelques-uns des faits qui y sont mentionnés ne nous seront pas pourtant complétement inutiles, et pourront nous servir, sinon à prouver le déluge, au moins à former des conjectures tout aussi plausibles que celles de notre auteur. Or, des conjectures valent toujours des conjectures. Nous arrivons donc à la grande question du déluge mosaïque, et nous allons commencer par exposer succinctement les objections qu'on a faites contre le récit de Moïse, et que l'auteur précité a toutes accumulées dans son article; puis nous les résoudrons, tout en prouvant la réalité du déluge biblique.

DÉLUGE UNIVERSEL. « Ceux, dit-on, qui écriront sur les déluges à la » fin de ce siècle seront vraisemblablement dispensés, par suite du » progrès des saines idées de géologie et d'histoire, d'aborder par » une discussion sérieuse la fabuleuse tradition du déluge universel. » Il n'en est pas de même de notre temps. Le récit biblique est si » frappant, il a tellement dominé nos pères, nous sommes si fort habitués à lui voir donner place dans presque *toutes les histoires*, » comme à une vérité reconnue *du monde entier*, que, lors même » que nous ne croyons plus à l'*inondation miraculeuse*, nous » sommes tout disposés encore à croire à l'inondation naturelle. » Il nous paraît donc nécessaire, en terminant cet article, de jeter » quelques traits de critique historique sur cette tradition et de montrer qu'elle ne possède pas la moindre solidité en ce qu'elle a d'essentiel. » — On prétend donc : I. que le récit de Moïse offre au plus haut point tous les caractères qui constituent la tradition poétique ou fabuleuse; qu'il est faux dans ses circonstances secondaires; — II. qu'il est de toute impossibilité que le narrateur ait pu acquérir la connaissance même du fait fondamental; — III. qu'il a été impossible à Noé ainsi qu'à ses descendants de connaître et de constater soit l'étendue, soit l'universalité du déluge; — IV. que c'est exclusivement à la géologie, et non à l'histoire, qu'il appartient de donner des preuves directes du déluge; — V. que la géologie prouve la fausseté

du déluge mosaïque; — VI. que la nature du genre humain, sa dignité, la nature de Dieu. sa sainteté, etc., prouvent la fausseté, l'absurdité et l'impiété de la tradition du déluge universel; — VII. ne niant pas le déluge mosaïque comme partiel, on en nie l'universalité en le réduisant à des proportions telles que les seules tribus établies sur l'Euphrate auraient été dispersées, les États naissants de la Grèce renversés, mais que les peuples de l'Égypte, de l'Inde et de la Chine seraient restés pour être la source de tous les progrès de l'esprit humain et les maîtres des débris des tribus de l'Euphrate et des peuples de la Grèce; — VIII. le Christianisme, en acceptant des Juifs l'erreur d'un déluge universel et en plaçant toute l'humanité antique dans la descendance de Noé, se détache de la solidarité universelle de l'humanité qui est sainte et impeccable. — C'est à ces huit points principaux que se réduisent toutes les objections faites contre le déluge mosaïque par l'Encyclopédie nouvelle, dont la critique paraît fondée sur des assertions un peu hasardées, sans preuves et sans autre fondement que l'autorité de l'auteur. Jusqu'ici on avait entendu par *critique,* recueillir les faits, les examiner dans leur source, en peser la valeur, en mesurer les rapports mutuels, et enfin en juger la concordance avec les principes certains et démontrés comme tels. Mais pour la religion du progrès humanitaire les assertions de ses fondateurs semblent valoir à elles seules toutes les preuves historiques, scientifiques, critiques, etc. Pour nous, qui croyons à une religion révélée, nous ne réclamons pas une confiance aussi aveugle dans ses enseignements, parce que nous les croyons assez puissants pour soutenir toutes les épreuves de la logique, de la critique historique et scientifique, et même des assertions du progrès humanitaire, si mal compris qu'il soit. C'est pourquoi nous allons essayer d'approfondir dans tous leurs détails les objections résumées dans les huit articles ci-dessus; puis nous tirerons les conclusions qui sortiront logiquement de notre examen. — Avant toute discussion nous remarquerons que l'auteur de l'article *Déluge* suppose gratuitement que la religion chrétienne n'est point divine; que les livres de l'ancien et du nouveau Testament ne sont point révélés; or, nous croyons, pour notre compte, que la divinité de la religion, que la révélation des saintes Écritures sont parfaitement démontrées. Nous sommes depuis longtemps en possession, et nous gardons jusqu'à ce qu'on nous ait prouvé que nous possédons illégitimement. Nous pourrions déjà nous borner là pour la question du déluge biblique, qui est un fait plus moral encore que physique, et contre lequel les sciences géologiques ne prouveront jamais rien. Mais afin de lever tous les doutes de nos lecteurs, nous allons entrer dans la discussion de toutes les objec-

tions que nous citerons d'abord textuellement, telles qu'elles sont dans l'article *Déluge* de l'Encyclopédie nouvelle.

1re *objection*. « D'abord, il est aisé de se convaincre que le récit de » l'auteur juif offre au plus haut point tous les caractères qui consti- » tuent la tradition poétique et fabuleuse. Rien n'y manque : l'inter- » vention directe de la Divinité, dont les divers entretiens avec Noé » sont fidèlement rapportés; l'emploi continuel des périodes exactes; » les eaux tombant précisément pendant quarante jours; les som- » mets des montagnes apparaissant précisément le premier jour du » premier mois de la première année du sixième siècle de Noé; la » fausseté évidente des circonstances secondaires; il suffit de citer » l'embarquement de tous les animaux à respiration aérienne, dont » il y a au moins un million d'espèces, y compris leur nourriture » pour une navigation de six mois; enfin, l'invraisemblance générale » de l'événement; la longue durée de la tradition orale, la confu- » sion, apparente en plusieurs points, de plusieurs textes différents. » A la rigueur, rien de tout cela ne démontre que le fait fondamental » du déluge ne puisse être vrai, car la tradition d'un fait vrai peut » fort bien, en passant de bouche en bouche, s'obscurcir et se charger » d'accessoires merveilleux ou mensongers. Mais en voyant l'imagi- » nation du narrateur antique jouer un si grand rôle dans l'ensemble » du récit, on est naturellement porté à soupçonner que cette imagi- » nation a dû s'étendre jusque sur le fait fondamental, sinon pour » l'inventer de toutes pièces, du moins pour le rendre plus frappant » et plus mémorable en lui donnant plus de grandeur. »

Réponses. Prendre le contre-pied d'une question, appeler poétiques et fabuleux les détails circonstanciés d'un fait, lorsque tout le monde y verrait la preuve d'un événement positif, c'est renverser les lois de la logique, violer les premières notions de la saine critique pour faire de ses préventions illégitimes la règle souveraine de ses jugements. Si le récit de Moïse était vague, embelli d'ornements et de fictions, chargé de comparaisons plus ou moins poétiques, indéterminé dans ses détails, jeté seul et isolé de tous les faits qui le précèdent et de tous ceux qui le suivent, alors on concevrait qu'il pût être rangé parmi les fables et les fictions poétiques. Mais, tout au contraire, le récit du déluge fait partie d'une histoire générale et importante de laquelle il ne peut être retranché sans jeter la confusion et l'incertitude sur les autres faits; il domine l'origine de tous les peuples de la terre, que Moïse dit être tous sortis de la famille de Noé. Il termine une grande période de l'histoire de l'humanité que nous ne connaissons que par Moïse, et il commence une autre période dont Moïse est encore le seul à nous donner les fils conducteurs.

Quant aux détails de l'événement en lui-même, ils sont tous liés, enchaînés et circonstanciés de la manière la plus positive; et il n'y a d'autre poésie que la grandeur de l'événement même; mais rien n'y sent la fiction, comme il nous sera facile de nous en convaincre. « Rien n'y manque; » il y a donc tout ce qu'il faut pour exercer la critique; or, est-ce ce que l'on a fait? Nullement; on se contente de citer rapidement quelques circonstances et de dire, sans les discuter : Elles sont fausses! Nous pourrions répondre : Elles sont vraies! et pourquoi pas avec autant et plus de fondement? Voyons cependant le caractère fabuleux de ces circonstances. — « L'intervention directe de la Divinité dont les entretiens avec Noé sont fidèlement rapportés. » On ne veut pas de l'intervention de la Divinité, et pourquoi? on dénature le caractère de l'historien et on l'accuse de mensonge; rien de plus facile. Il faudrait donc ici démontrer la révélation; mais ce n'est pas le lieu, nous demanderons seulement : Le monde est-il régi par des lois physiques? sans aucun doute. Y a-t-il des rapports nécessaires entre les êtres divers qui composent ce monde? personne ne peut le nier. Dieu existe-t-il, est-il l'auteur de ce monde et des lois qui le régissent? sans aucun doute. L'homme est-il un être physique et moral tout à la fois? comme être physique a-t-il des rapports nécessaires avec le monde et les êtres physiques? sa moralité n'est-elle pas son caractère le plus élevé et le plus nécessaire à sa nature sociale? La société, comme l'individu humain, ne sont-ils pas l'échelon le plus élevé des êtres créés? est-il déraisonnable d'admettre que Dieu, qui a établi des rapports entre tous les êtres, a dû aussi en établir entre lui et l'homme? Pourquoi aurait-il créé ce monde, et l'homme en particulier, s'il ne devait plus y avoir nul lien, nul rapport entre lui et l'homme? La nature de Dieu et celle de l'homme n'appellent-elles pas comme une conséquence nécessaire l'intervention de la Divinité dans les affaires et le gouvernement de l'humanité? cette intervention même, ses conséquences sur les destinées de l'homme, ne sont-elles pas le point le plus capital de l'histoire, de l'existence et de l'avenir de l'homme? Nous voudrions bien savoir ce qu'il y a d'absurde dans toutes ces propositions; et alors nous avouerions que l'humanité en masse, passée et présente, a été dans une longue erreur jusqu'à ce jour sur sa nature, son origine, ses destinées et sa fin. Or, Moïse, à part son caractère d'inspiration, s'est placé au point de vue de l'humanité tout entière : comme elle il a pensé que Dieu se mêlait du gouvernement de ce monde; qu'il agissait sur les sociétés par sa providence; qu'il arrêtait la corruption générale en punissant les peuples coupables; que le châtiment des nations a lieu en ce monde pour être un exemple et un préservatif

tout à la fois. Tel est le point de vue de Moïse; est-il absurde? il raconte l'histoire de l'humanité sous la conduite de son Créateur et de son Dieu, il montre par les faits historiques que Dieu intervient dans les événements de ce monde, et l'humanité tout entière le raconte aussi. Qu'y a-t-il là de poétique et de fabuleux? — « L'emploi continuel des périodes exactes; les eaux tombent précisément pendant quarante jours, les sommets des montagnes apparaissent précisément le premier jour du premier mois de la première année du sixième siècle de Noé. » Si Moïse n'avait pas employé de périodes exactes, qu'aurait-on dit ? que l'événement était faux, controuvé, puisqu'on n'en connaissait ni l'époque précise, ni la durée, ni les circonstances physiques, etc. Si les eaux étaient tombées pendant cent jours; que les sommets des montagnes eussent apparu le vingt-cinquième jour du troisième mois de la quatrième année du cinquième siècle de Noé, qu'aurait-on dit? c'eût toujours été l'emploi de périodes exactes. Dès que les temps sont fixés, c'est l'emploi des périodes exactes; et qu'est-ce que cela prouve? que l'événement a été assez frappant pour qu'on en ait retenu le commencement, la durée et la fin. Qu'y a-t-il là de poétique et de fabuleux ? — On s'est plaint que la poésie antique n'avait conservé que le souvenir des déluges grecs sans donner aucunes des circonstances physiques. Voici que Moïse raconte les principales circonstances physiques; cela ne fait rien ; au lieu de discuter ces circonstances, on dit : C'est de la poésie et de la fable. Voyons cependant ces circonstances au point de vue de la justice, de la logique et de la saine critique; et, avant tout, nous prions le lecteur de tenir compte de deux considérations importantes; c'est une obligation de bonne foi : 1° Moïse n'a point voulu faire une thèse scientifique sur le déluge, mais simplement raconter un fait historique et moral dans ses principales circonstances, pour en déduire les conséquences morales propres à éloigner son peuple de l'idolâtrie et du crime, et à le porter à la reconnaissance et à la soumission envers Dieu; 2° M. de Maistre, livre premier *Du Pape*, chapitre quinzième, rappelle admirablement une grande règle de critique : « Les auteurs de la traduction du nouveau Testament, appelé de *Mons*, dit-il, remarquent dans leur avertissement prélimi-
» naire *que les langues modernes sont infiniment plus claires et plus*
» *déterminées que les langues antiques*. Rien n'est plus incontestable.
» Je ne parle pas des langues orientales, qui sont de véritables énig-
» mes; mais le grec et le latin même justifient la vérité de cette ob-
» servation. » — Nous ajouterons que les termes des sciences physiques, naturelles et surtout géologiques sont une langue à part, que nous voyons naître et qui n'est pas encore complétement faite. Ces

considérations sont du plus grand poids ; elles montrent toute la mauvaise foi, toute l'injustice qu'il y aurait à vouloir comparer le texte de Moïse avec nos langues modernes et surtout avec notre langage scientifique encore informe. Nous devons donc lui laisser toute sa latitude pour être dans la vérité, la bonne foi, la justice et la logique. — Suivons à ce point de vue la narration de Moïse. — Les hommes que Dieu avait créés êtres moraux, sur lesquels il avait fait reposer son esprit et qui devaient former une société perfectible, avaient violé toutes les lois morales, s'étaient éloignés du but pour lequel Dieu les avait créés, avaient abusé de toutes les créatures faites pour eux ; ils tendaient à détruire l'œuvre de Dieu. La sagesse du Créateur, qui devait aussi conserver l'intégrité de son œuvre, prononce que son esprit ne demeurera plus désormais longtemps sur l'homme ; qu'il ne peut y avoir union entre le mal et le bien, et que dans cent vingt ans il détruira les méchants qui pervertissent son œuvre et arrêtent l'accomplissement de ses desseins : et pour marquer toute l'horreur du crime, le langage humain dit que Dieu se repentit d'avoir fait l'homme sur la terre; que son cœur s'en affligea. Le sens droit seul dit que ce repentir n'est que la justice de Dieu punissant le crime ; le refus de concourir à la destruction de son œuvre, en conservant les destructeurs ; la volonté de renouveler l'humanité, puisqu'il en conserve les germes justes et innocents. Nos langues modernes auraient dit que Dieu voulant empêcher l'abus de la liberté humaine poussé à son dernier excès, et ramener l'humanité dans ses saines voies, punit les coupables et en purgea la terre, ainsi que fait la justice humaine des grands criminels. — Dieu dit donc : « Je vais » exterminer de la face de la terre les hommes que j'ai créés ; tous, » hommes et animaux, reptiles et oiseaux du ciel, car je me repens » de les avoir faits. » (*Genèse*, ch. VI, v. 7.) — Le mot hébreu *behemah*, traduit par animaux, s'emploie toujours dans la Genèse pour signifier les animaux terrestres les plus rapprochés de l'homme, ceux que nous appelons mammifères ; pour traduire donc scientifiquement, il faudrait dire les mammifères et non pas les animaux, mot qui comprend pour nous tous les êtres organisés, depuis le singe jusqu'à l'éponge. — Le terme hébreu *remesch* est très-probablement aussi mal traduit scientifiquement par reptile : philologiquement il veut bien dire animal qui rampe, qui se meut près de la terre. Mais tous les anciens naturalistes et même ceux du seizième siècle encore, appelaient animaux rampants les petits mammifères de la famille des martes, des fouines et des belettes. Le nom classique de reptile n'a été employé que fort tard pour désigner uniquement les reptiles, serpents et autres animaux voisins. Dans la Genèse

même le serpent n'est point appelé *remesch*, mais *nahasch*, et *remesch* est employé dans le premier chapitre de la Genèse pour signifier les êtres animés qui se meuvent dans les eaux. Ce terme ne désigne donc point uniquement ni proprement les reptiles, mais il nous paraît signifier aussi les petits animaux mammifères qui semblent ramper sur la terre, en opposition avec les oiseaux qui volent dans les airs. Ce qui confirme cette interprétation, c'est que le terme *remesch* est toujours rapproché dans la Genèse du nom des grands mammifères et de celui des oiseaux, *hoph*. Ainsi l'usage des anciens naturalistes, le rapprochement des textes hébreux nous permettent donc d'entendre, par ce que les traducteurs ont appelé reptiles, sur la seule consonance du mot, aussi bien les petits mammifères que les reptiles proprement dits; et dès-lors il nous sera facile de montrer que Moïse a bien pu ne parler, dans le texte ci-dessus, que de l'extermination des mammifères et des oiseaux. — Tous les hommes doivent périr à l'exception du juste Noé et de sa famille. « Dieu dit à Noé : La fin de toute chair a été arrêtée à mes yeux, parce que la terre est remplie de l'injustice de ses habitants, et je suis prêt à les détruire (VI, 13.) » L'expression *toute chair* se prend dans l'Écriture le plus souvent pour tous les hommes, pour les mortels; d'autres fois pour les hommes et les animaux les plus rapprochés de l'homme. Dans le texte présent on peut, si l'on veut, lui donner les deux sens. Mais cette expression ne signifie jamais tout ce que nous entendons par animaux. Ainsi quand nous trouvons dans le récit du déluge l'expression *toute chair*, plusieurs fois répétée, nous ne pouvons entendre par là que les hommes, et, dans la plus grande extension du mot, les animaux les plus rapprochés de l'homme. — Dieu ordonne à Noé de se construire une arche dont il lui prescrit toutes les dimensions; c'est ici l'intervention de la Divinité que nous avons déja justifiée. Dieu ajoute : « Pour moi je vais amener le déluge d'eaux sur la terre pour *détruire* toute chair, douée d'un souffle de vie. (VI, 17.) » Ici les expressions *toute chair, douée d'un souffle de vie*, nous paraissent devoir plus particulièrement désigner les hommes; la raison en est que les termes hébreux *rouah haiim* (esprits de vies) sont au pluriel; or, presque partout où il s'agit de la vie des animaux, la Genèse dit *nephesch haiiah* (souffle de vie) au singulier, tandis qu'en parlant de la vie de l'homme, elle emploie toujours le pluriel *haiim* (vies); c'est, en effet, par ces expressions que l'homme est désigné dans le chapitre de la création. Dieu ordonne à Noé d'entrer dans l'arche, lui et sa famille, et d'y faire entrer deux des animaux de toute chair, des oiseaux, des grands et des petits animaux terrestres (mammifères). Il lui enjoint aussi de prendre des aliments

pour lui et pour les animaux. — Dans le chapitre VII de la Genèse, Dieu renouvelle les mêmes ordres à Noé et lui ordonne de plus de prendre dans l'arche sept couples des animaux et des oiseaux purs, et seulement un couple de ceux qui ne sont pas purs.

« En l'an 600 de la vie de Noé, au second mois, le dix-septième jour du mois, toutes les *sources des grandes eaux* furent rompues, et les cataractes du ciel furent ouvertes. Ce débordement des eaux continua sur la terre durant quarante jours et quarante nuits (v. 11, 12). Les eaux s'accrurent jusqu'à soulever l'arche, qui se trouva ainsi élevée bien au-dessus de la terre; elles continuèrent à grossir avec tant de force que l'arche nageait sur la surface des ondes. Enfin, elles s'étaient si prodigieusement accrues que les plus hautes montagnes du vaste horizon en furent couvertes de quinze coudées au-dessus de leur sommet (v. 17-20). » *Les sources des grandes eaux* sont évidemment, d'après le langage de la Genèse, le bassin de la grande mer, car le mot *theom* (abîme) a été employé au premier chapitre, comme dans celui-ci, pour désigner les mers, le grand abîme des eaux. Les cataractes du ciel peuvent désigner des torrents de pluie. C'est donc comme si nous disions aujourd'hui : Les digues de l'Océan furent rompues, les mers sortirent de leurs bassins et la pluie tomba par torrents. Ce débordement dura quarante jours, et les eaux s'accrurent tellement que les plus hautes montagnes de l'horizon furent couvertes de quinze coudées. Voilà bien les causes physiques du déluge, c'est un immense déplacement des mers accompagné de pluies; qu'y a-t-il là de poétique et de fabuleux? rien de plus que dans tous les soulèvements de la mer connus; celui-ci seulement porte avec lui les caractères d'une plus vaste étendue, mais caractères en définitive très-possibles et très-concevables, comme nous le verrons. — Quels furent les effets de cet immense cataclysme? « Toute chair se mouvant sur la terre périt, oiseaux, animaux domestiques, bêtes sauvages, toutes les petites bêtes qui fourmillaient sur la terre, ainsi que tous les hommes. Tout ce qui avait une âme, souffle des vies sur la face, mourut sur la terre ferme (v. 21, 22). » *Tout ce qui avait une âme souffle des vies sur la face* sont les mêmes expressions employées au chapitre second de la Genèse pour désigner la création de l'homme, et elles diffèrent de celles employées pour la création des animaux; on peut et on doit donc entendre par là tous les hommes, surtout en considérant les règles de la grammaire hébraïque qui reprend toujours le verset précédent et le répète en d'autres termes, car le verset 21ᵉ finit par *tous les hommes*, et le 22ᵉ développe cette fin en la reprenant; le 23ᵉ répétera les deux versets précédents. Les eaux se débordèrent pendant quarante jours,

mais elles étaient toujours en agitation. « Dieu fit passer sur la terre » un vent au souffle duquel les eaux s'apaisèrent. Les sources de » l'onde (de la mer) et les cataractes du ciel se refermèrent; la pluie » fut arrêtée. Les eaux commencèrent à se retirer de dessus la terre » et à diminuer de plus en plus au bout de cent cinquante jours. De » manière que l'arche se reposa sur les montagnes d'Ararat le dix-sept » du septième mois. Le premier jour de ce mois on aperçut les som- » mets des montagnes. Quarante jours après, Noé ouvrit la fenêtre » qu'il avait faite à l'arche, et lâcha le corbeau qui allait et revenait » jusqu'à ce que les eaux furent desséchées de dessus la terre. Plus » tard il envoya aussi la colombe pour voir si les eaux avaient baissé » sur la terre. Mais la colombe n'ayant pas trouvé où poser le pied re- » vint à lui, car l'eau couvrait encore toute la terre... Il attendit encore » sept autres jours, et il envoya de nouveau la colombe; elle rentra » sur le soir, ayant une feuille d'olivier mâchée dans son bec. Noé re- » connut par là que les eaux étaient basses sur la terre, et ayant at- » tendu encore sept autres jours, il envoya de nouveau la colombe » qui ne revint plus. Ce fut en l'an 601, le premier jour du premier » mois que les eaux laissèrent la terre entièrement à sec. Noé alors » ôtant la couverture de l'arche, vit que la surface de la terre était » enfin sèche; et le vingt-septième jour du second mois, elle se trouva » ferme et solide. (*Gen.*, ch. VIII, v. 1-14.) » Dieu fit ensuite sortir Noé, sa famille et les animaux de l'arche. Noé éleva un autel à l'Éternel, prit quelques animaux purs et quelques oiseaux purs et les offrit à l'Éternel. Tel est le récit du déluge dans tous ses détails importants. En l'an 600 de la vie de Noé, au second mois, le dix-septième jour du mois, le débordement des eaux commence, il dure quarante jours, les eaux commencent à diminuer au bout de cent cinquante jours, c'est-à-dire environ cinq mois après le commencement du déluge; et le dix-sept du septième mois, par conséquent au bout de six mois, l'arche se reposa sur une montagne. Pendant deux mois les eaux décroissent continuellement, au bout d'un autre mois et dix jours, les eaux n'étaient pas encore retirées entièrement; elles ne le furent qu'en l'an 601, le premier jour du premier mois. Elles furent donc six mois à se retirer complétement. Le vingt-septième jour du second mois la terre était ferme et solide, elle eut donc environ deux mois pour se raffermir. Noé fut ainsi un an et quelques jours dans l'arche. Qu'y a-t-il dans toutes ces circonstances de fabuleux et de poétique? Elles sont évidemment toutes parfaitement possibles et concevables. Concluons *que le récit de l'auteur juif* n'*offre* aucun des *caractères qui constituent la tradition poétique ou fabuleuse*. D'ailleurs l'auteur de l'objection a mal lu le texte de Moïse; il dit, en effet : « La terre se

sèche le premier jour du premier mois de la première année du sixième siècle de Noé, » proposition qui prête très-gratuitement à Moïse un ridicule qui ne retombe pas sur lui. Car il ne dit point que la terre s'est séchée en *un jour*, mais bien que les eaux mirent six mois à se retirer, et que la terre ne fut *entièrement* à sec que le premier jour du premier mois, non pas de l'an 600 comme on a mal lu, mais de l'an 601.

2° Nous avons maintenant à scruter les circonstances secondaires et à démontrer que leur *fausseté* n'est pas aussi *évidente* qu'on le prétend. « Il suffit, dit-on, de citer l'embarquement de tous les animaux à respiration aérienne, dont il y a au moins *un million* d'espèces, y compris leur nourriture pour une navigation de dix mois. » Moïse dit douze mois, et nous ne voulons point diminuer la difficulté. On annonce la fausseté des circonstances secondaires, et on ne cite que celle-ci. Mais à cette difficulté s'en rattachent plusieurs autres, proposées par d'autres auteurs ; nous allons les examiner toutes : 1° sur la construction de l'arche ; 2° sur ses dimensions, incapables de contenir tant d'animaux et leur nourriture ; 3° sur le nombre des animaux et leur rassemblement. — Nous entrons, comme on le voit, dans l'examen approfondi des circonstances du déluge, et nous commençons tout naturellement par la première partie du récit de Moïse, qui se trouve coïncider avec les premières objections. Mais tout d'abord nous faisons nos réserves sur le fait général et sur la nature du déluge, que l'on ne peut en aucune façon considérer comme un événement purement physique ; c'est avant tout un fait moral. Nous reviendrons sur ces réserves quand nous aurons débarrassé la thèse au point de vue du fait simplement physique et historique. Nous consentons donc à descendre sur le terrain de nos adversaires ; en l'acceptant tel qu'ils l'ont choisi, et en ne nous servant pour le moment que des armes qu'ils nous proposent eux-mêmes.

1° *Construction de l'arche.* — Comment, dit-on, Noé put-il bâtir *seul* un si immense vaisseau ? — La misère de cette objection est incompréhensible ; pour y répondre, nous demanderons : Comment les Pharaons d'Egypte bâtirent-ils *seuls* les Pyramides ? Comment Salomon bâtit-il *seul* le temple de Jérusalem ? Comment quelques papes, dont la succession représente un seul homme, ont-ils bâti *seuls* l'église de Saint-Pierre à Rome ? Comment, en un mot, tous les princes par l'ordre desquels des monuments ont été élevés, les ont-ils bâtis *seuls*, comme l'histoire le raconte, en disant : Tel prince a bâti tel monument ? Où a-t-on vu que Noé avait construit l'arche seul ? Que ceux qui se forgent cette chimère résolvent la difficulté. Moïse n'en a dit mot, il a parlé comme tous les historiens et attribué comme eux la

construction du monument à celui qui le faisait bâtir. Noé nous est représenté comme un patriarche, un chef de famille, un pontife, un prince de son temps, par conséquent fort riche. Il avait donc le moyen de prendre à son service le nombre de travailleurs suffisants, qui, bien qu'incrédules à la prédication de Noé, ne refusèrent pas plus le lucre qu'il leur offrait, que les ouvriers impies ne refusent le gain que leur procure la construction d'une église. On se tue de nous dire ailleurs que la nature humaine n'a pas changé. Eh bien! non, elle n'a pas changé; la cupidité existait alors comme aujourd'hui, et elle vint au secours de Noé, comme elle est venue dans tous les temps en aide à ce que la pensée de l'homme cupide n'approuvait pas; et c'est ainsi que *Noé bâtit seul un si immense vaisseau;* et le temps fut bien suffisant, puisque le patriarche eut cent ans pour achever l'arche de son salut; c'est du moins ainsi que le raconte l'historien, et pour démentir ses renseignements positifs, il faudrait avoir d'autres renseignements positifs, et on n'en a pas.

3° Les dimensions de l'arche étaient incapables de contenir tout ce que Moïse dit y avoir été contenu. — D'abord, quelles étaient les dimensions de l'arche? Elle avait trois cents coudées de long, cinquante de large et trente de haut. Elle était divisée en étages inférieurs, seconds et troisièmes (*Gen*., ch. v, v. 15, 16); elle était disposée en compartiments (v. 14). On a supposé à la coudée dont il s'agit ici plusieurs valeurs. Saint Augustin et Origène ont admis la coudée géométrique, qui équivaut à peu près à huit pieds et six pouces, et, suivant ce calcul, l'arche eût été un immense vaisseau de trois cent vingt-huit millions de pieds. Cappel donne à la coudée trois pieds de longueur. Buteo pense que Moïse parle de la coudée commune, qui est de dix-huit pouces. Lepelletier croit, plus probablement, qu'il s'agit de la coudée égyptienne, que le long commerce des Juifs avec les Égyptiens, et l'éducation de Moïse avaient dû leur faire adopter. Or, d'après les mesures des étalons du Caire, la coudée égyptienne équivaut à environ vingt pouces. — Suivant cette donnée très-probable, calculons les dimensions de l'arche et sa capacité. La coudée vaut 20 pouces : or, l'arche avait 300 coudées de long : 20 pouces × 300 coudées = 6000 pouces = 500 pieds de long; la largeur de l'arche était de 50 coudées : 20 pouces × 50 coudées = 1000 pouces = 83 pieds 4 pouces de large. 500 (pieds de long) × 83 (pieds de large) = 41,500 pieds carrés pour un étage, et il y en avait trois, plus un fond de cale admis par quelques auteurs, avec une très-grande vraisemblance. Nous avons 30 coudées de haut; donnons au fond de cale 9 coudées de haut, au premier étage 7 coudées, au second 6 coudées, et au troisième 8 coudées. De la sorte le fond de cale devait avoir une capacité

de (500×83) × 15 pieds = 622,500 pieds cubes : il pouvait donc y avoir là près de 622,500 pieds cubes de provisions de toute nature. Le troisième étage ayant 8 coudées de haut = 13 pieds 4 pouces de haut, supposons au toit une inclinaison de 6 pieds 4 pouces, nous aurons 7 pieds pour la partie inférieure de cet étage, qui n'a point de réduction de capacité ; calculons d'abord cette dernière : (500 × 83) × 7 = 290,500 pieds cubes. Calculons la partie supérieure comme si le toit n'était pas incliné, puis nous prendrons la moitié pour tenir compte de l'inclinaison ; nous avons (500 pieds de long × 83 pieds de large) × 6 pieds de haut = 249,000 pieds cubes, dont la moitié est 124,590 pieds cubes, qui, joints aux 290,500 pieds cubes de la partie inférieure ci-dessus, donnent 415,000 pieds cubes, qui pouvaient contenir des fourrages, des grains de toutes sortes. Le fond de cale nous a donné 622,500 pieds cubes de provisions, le troisième étage nous en donne 415,000 pieds cubes ; nous avons donc en tout 1, 037,500 pieds cubes de provisions ; ce qui donne, en négligeant les fractions, 383, 510 hectolitres, mesures actuelles. Le premier et le second étage auraient été réservés aux animaux. Or, le premier étage avait 41,500 pieds carrés, et pouvait contenir les grands animaux ; en accordant à chaque animal, l'un portant l'autre, un carré de 6 pieds, ce qui donne 36 pieds carrés, et c'est beaucoup, il y avait où loger à l'aise 1152 et quelques individus ; ce qui donne 576 espèces ou couples. — Le second étage, que nous supposons destiné aux oiseaux et aux petits animaux, devait en contenir un bien plus grand nombre ; nous pouvons très-hardiment n'accorder que 4 pieds carrés à chaque oiseau ou petit animal, compensation faite des grands et des petits. Suivant ce calcul très-naturel, 41,500 pieds carrés pouvaient contenir 10,375 individus, en négligeant les fractions, par conséquent 5,187 couples ou espèces. Mais si nous remarquons que cet étage avait 6 coudées de haut, c'est-à-dire 10 pieds, et que tous les jours nous élevons des corbeaux dans des cages qui n'ont pas 2 pieds de haut, ni 4 pieds carrés de superficie, nous pouvons admettre que cet étage était divisé en cages superposées de 3 pieds de haut chacune et de 8 pieds carrés pour chaque espèce. Cette hypothèse, très-plausible, triple le nombre des espèces d'oiseaux et de petits animaux, et nous donne 15,561 espèces. En outre, plusieurs espèces du même genre pouvaient habiter dans la même cage, dont les dimensions étaient proportionnées au nombre des espèces et à la grandeur de chacune d'elles, tout en prenant moins d'espace. De la sorte, une place considérable dut être ménagée, et nous pouvons sans crainte ajouter 1000 espèces pour occuper cette place. Si l'on introduit les insectes dans l'arche, il leur faudra encore bien moins d'espace. Compensation

faite, accordons à chaque espèce d'insectes 18 pouces cubes, et donnons-leur la place ménagée par les 1000 espèces précédentes, nous aurons où loger environ 16,000 espèces d'insectes.—Ces calculs nous conduisent donc à conclure que l'arche pouvait loger à l'aise 16,137 espèces, tant mammifères qu'oiseaux et reptiles, et 16,000 espèces d'insectes, et 383,510 hectolitres de nourriture. Une simple division conduit à trouver, pour les mammifères, les oiseaux et les reptiles, 23 hectolitres pour chaque espèce, de quoi faire vivre un homme pendant environ deux ans. La division donne un reste de 12,379 hectolitres, qui suffisent bien pour nourrir les 16,000 insectes. Or, compensation faite des petites et des grandes espèces animales, ces quantités sont bien plus que suffisantes pour nourrir tous les animaux renfermés dans l'arche. Cependant il faut ajouter que dans tous nos calculs nous avons négligé les fractions.

Si tous les animaux étaient herbivores, granivores ou frugivores, la difficulté serait à peu près résolue; mais il y a des carnivores parmi les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les insectes; comment ont-ils vécu? Pour répondre à cette difficulté on a eu recours à une espèce de miracle, qui aurait modifié et changé les mœurs de ces animaux pendant le déluge. Nous n'avons pas besoin de ce miracle, très-admissible cependant au point de vue de la foi; mais nous sommes descendu sur le terrain de nos adversaires, et nous ne voulons pas le déserter; cela n'est nullement nécessaire. Le texte de l'historien du déluge nous suffit; il s'agit de savoir s'il renferme des contradictions et des absurdités, comme on le prétend; c'est donc à ce texte qu'il faut s'en tenir. Or, Dieu dit à Noé : « Tu prendras aussi de tous les aliments qui servent de nourriture, et tu les déposeras auprès de toi pour vous servir à tous de nourriture. » Qui dit toute espèce de nourriture n'en excepte aucune; et si elle doit servir à tous les êtres qui sont dans l'arche, il faut qu'elle soit appropriée à tous les estomacs. Pourquoi donc Noé, afin d'accomplir le précepte qui lui est donné, n'aurait-il pas introduit dans l'arche un certain nombre d'animaux destinés à nourrir les carnivores? Ces victimes n'avaient besoin ni de tant d'aises ni de tant de nourriture que les animaux qui devaient être conservés, par conséquent elles durent facilement trouver place, puisqu'elle put leur être donnée sur les étages réservés à la nourriture, et aussi sur ceux destinés aux animaux.

Cette réponse est complétement dans le bon sens et dans l'esprit du texte, elle n'a aucun besoin d'être développée, et elle suffit. Cependant le texte nous fournit encore un autre moyen, Dieu commanda à Noé de prendre sept paires d'animaux purs et sept paires d'oiseaux purs. Or nous savons que les espèces pures étaient les herbivores,

les frugivores et les granivores, justement celles qui sont aussi la proie des carnassiers. Ne peut-il pas se faire que ce grand nombre d'animaux purs ait été en partie destiné aux carnivores, soit que les animaux purs soient venus à mourir, soient qu'ils leur aient été positivement destinés. Cette seconde réponse serait encore suffisante et très-plausible, surtout en considérant l'affectation du texte à mettre une si grande différence entre le nombre de ces animaux et celui des espèces non pures ; et puis au verset 20 du chapitre VIII, il ajoute que Noé, sorti de l'arche, éleva un autel à l'Éternel, et prit *quelques* animaux purs et *quelques* oiseaux purs ; cette expression *quelques* ne permettrait-elle pas de supposer que le nombre des espèces pures avait diminué? Enfin, on pourrait encore proposer une troisième réponse, à laquelle nous n'attachons pas plus d'importance qu'elle n'en mérite ; voici cette hypothèse : les eaux du déluge n'auraient-elles pas pu amener autour de l'arche des cadavres qui auraient été retirés dans l'arche par l'ouverture, à l'aide de quelques moyens de pêche, et ainsi donnés aux carnassiers ; des poissons ne peuvent-ils pas aussi avoir été pêchés de la sorte ? En outre, comme nous le verrons, le sommet de l'arche était très-probablement ouvert tout du long, et par conséquent des oiseaux pouvaient chercher refuge par là et tomber dans l'arche, où ils servirent au moins les premiers jours à nourrir les animaux carnassiers. Nous le répétons, c'est ici une pure supposition, sur laquelle nous ne faisons aucun fondement sérieux ; nous la regardons comme simplement équivalente à plusieurs difficultés de nos adversaires. Quoi qu'il en soit, nos trois considérations réunies résolvent, pour tout esprit de bonne foi, la difficulté de la nourriture des animaux carnassiers conservés dans l'arche. — Une dernière objection sur le point qui nous occupe, c'est le soin de tant d'animaux confié à huit personnes, certainement insuffisantes. Il y avait deux sortes de soins à donner, distribuer la nourriture et nettoyer les étables. En premier lieu, pour le nettoyage des étables, on peut supposer que l'eau découlait dans les auges des animaux par des canaux qui la recevaient du toit, disposé en plat-bord, et l'eau découlant du toit pouvait être aisément introduite dans les étables pour les nettoyer. D'autres canaux pouvaient d'ailleurs être disposés de telle façon qu'on n'eût qu'à y verser de l'eau pour qu'elle se répandît partout d'une extrémité à l'autre, qu'elle abreuvât les animaux et nettoyât les étables en sortant par l'une des extrémités. De la sorte, il n'y eut aucun besoin de conserver de l'eau dans l'arche, c'est pour cela que nous ne lui avons point assigné de place. La pluie en fournissait sinon continuellement en tombant sur le toit, au moins assez fréquemment ; un si grand mouvement des eaux permet bien cette

hypothèse; en outre, on pouvait en puiser par l'une des extrémités de l'arche, la verser dans des canaux qui la répandaient partout. Ces moyens réduisent le travail à des proportions facilement exécutables, même pour moins de huit personnes. — Reste donc les soins à donner pour la nourriture. D'abord la plupart des insectes n'avaient besoin que de peu de soins, aussi bien que les reptiles, dont un grand nombre d'espèces mangent rarement. Les compartiments des oiseaux et des mammifères étaient sans doute disposés de façon à rapprocher toutes les espèces dont la nourriture est la même, et auxquelles on pouvait la donner pour plusieurs jours à la fois. Il y avait probablement aussi des communications et des correspondances entre les divers étages, de manière à pouvoir faire tomber, par exemple, les fourrages, placés dans l'étage supérieur au-dessus des herbivores, par des espèces de trappes dans les rateliers de ces animaux, et ainsi du reste. Si nous avions connu tous les avantages de la disposition des compartiments de l'arche, nous ne verrions sans doute aucune difficulté. Les hypothèses que nous faisons pourraient être développées et accompagnées de plusieurs autres qui ne feraient que surcharger ce travail. — On a demandé aussi comment la lumière et l'air pouvaient pénétrer dans l'arche, car la critique a tout discuté jusqu'à l'iota. Mais si on avait voulu lire et comprendre le texte, on n'eût même pas eu la pensée de proposer l'objection présente. En effet, Dieu dit à Noé, en parlant de l'arche : « Tu lui donneras du jour, tu la termineras par le haut *en la réduisant* à une coudée, et tu y feras sur le côté une porte d'entrée (*Gen.*, ch. VI., v. 16, *traduction de l'hébreu* par l'abbé Glaire). Ceci ne demande aucun commentaire, puisque pour donner du jour on commande de terminer le toit en le réduisant à une coudée; il est impossible de comprendre autre chose sinon que tout le long du sommet de l'arche il régnait entre les deux moitiés du toit une ouverture de la largeur d'une coudée, qui permettait l'accès de la lumière et la circulation de l'air. Au chapitre VIII, verset 6, il est dit que « Noé ouvrit la fenêtre qu'il avait faite à l'arche, » et ailleurs il est parlé d'une porte d'entrée ; rien n'empêche d'admettre qu'il y avait plusieurs fenêtres, quoiqu'il ne soit mention que d'une, de celle qui servit à lâcher le corbeau et la colombe. — Enfin, on a demandé si l'arche n'était pas construite de manière qu'elle devait se briser contre les rochers ou être engloutie dans les abîmes ? Nous demanderons à notre tour si au contraire elle n'était pas construite de manière qu'elle ne devait ni se briser contre des rochers, ni être engloutie dans les abîmes ? Le fait est que l'histoire dit positivement qu'elle n'a été ni brisée ni engloutie, et la raison conçoit qu'il était d'autant plus difficile qu'elle fût brisée ou engloutie qu'elle était plus grande.

Tout le monde sait que ce sont les grands vaisseaux qui sont les moins exposés aux dangers des naufrages et aux avaries des tempêtes.

III° *objection, sur le nombre des animaux et leur rassemblement.* « Il suffit, dit-on, de citer l'embarquement de tous les animaux à respiration aérienne, dont il y a au moins *un million* d'espèces. » Nous voudrions bien savoir quelle preuve on apporte de l'existence d'un million d'espèces animales au moins. Nous ne nions pas précisément ce fait, mais nous prétendons qu'il n'est pas prouvé. Nous n'invoquons point ici le témoignage de Ray, qui ne comptait que cent cinquante espèces primitives de quadrupèdes et de reptiles et cinq cents espèces d'oiseaux; ni celui de Wilkins, qui ne comptait que cent espèces de quadrupèdes et deux cents espèces d'oiseaux; ni celui de Buffon qui, bien qu'il admît un plus grand nombre d'espèces, n'en admettait pas encore assez pour être dans le vrai. Nous savons qu'il ne faut pas parler de nombre en fait d'espèces animales, parce qu'il n'est pas connu. Puis, avant tout, y a-t-il beaucoup de naturalistes qui savent et qui pourraient démontrer ce que c'est qu'une espèce? il est permis d'en douter. Les uns placent la caractéristique de l'espèce dans une chose et les autres dans une autre : ce qui est une espèce pour les uns est un genre pour les autres. Ceux-ci font autant de genres que d'espèces; ceux-là autant d'espèces que de variétés. Quel moyen de s'entendre dans un pareil chaos? Avant de fixer le nombre des espèces, il faudrait savoir ce que c'est qu'une espèce; jusque-là toute objection est nulle et pèche par le principe, parce qu'on peut toujours nier que ce que vous appelez espèces soient des espèces. Nous ne connaissons encore qu'un philosophe naturaliste qui ait nettement et précisément posé la question de la spécification des animaux; or, M. de Blainville, ce philosophe, démontre justement dans tous ses cours et ses ouvrages qu'on a considérablement exagéré le nombre des espèces. Venons cependant aux faits. — Il y a cinq types d'organisation animale : 1° les ostéozoaires ou vertébrés; 2° les entomozoaires ou articulés extérieurement; 3° les malacozoaires ou mollusques; 4° les actinozoaires ou rayonnés; 5° les amorphozoaires ou spongiaires. Or, dans tous ces types réunis il n'y a certainement pas un million d'espèces connues, même en joignant aux espèces actuellement vivantes les espèces fossiles perdues; nous doutons même qu'il y ait, en énumérant tout, vivants et fossiles, cinq cent mille espèces bien connues, et surtout bien déterminées et démontrées. Cependant, nous n'assignons aucun nombre, parce que cela est encore et sera longtemps impossible à la science. Nous pourrions donc en rester là pour l'objection présente. Mais pour quiconque a tant soit peu étudié la zoologie, la géographie zoologique et la pa-

léontologie, la réfutation de nos adversaires est bien plus complète : 1° les espèces fossiles perdues ne doivent point être prises en considération, pour deux raisons : la première, parce que la plupart ont pu disparaître avant le déluge ; la seconde, parce que plusieurs peuvent avoir disparu dans le déluge même ; le fait paléontologique de la disparition successive et continuelle de certaines parties de la série animale rend ces deux raisons inexpugnables ; 2° le type des spongiaires et celui des rayonnés vivent uniquement dans l'eau et ne peuvent, par conséquent, être mentionnés quand il s'agit du déluge. Or, il est à remarquer que ce sont les types inférieurs de la série zoologique qui sont les plus nombreux en espèces.

3° Le type des mollusques est encore presque uniquement aquatique, sauf un certain nombre de groupes, comme les hélices et les limaces ; mais tous les hélices non aquatiques ou bien ont une coquille dans laquelle elles peuvent se retirer et vivre longtemps, ou bien peuvent se réfugier dans des trous de murs, de rochers, d'arbres ou dans la terre. Il ne peut donc encore être question des mollusques, dont les œufs d'ailleurs auraient pu être conservés de mille manières différentes.

4° Le type des entomozoaires ou articulés comprend dix classes dont huit sont aquatiques et sont très-nombreuses en espèces ; les deux autres classes, octopodes ou araignées, hexapodes ou insectes, sont en partie aquatiques, en partie terrestres. Mais tout le monde sait que ces animaux se cachent assez profondément dans de très-petits trous, soit dans la terre, soit dans des rochers ou dans des murs, soit sous l'écorce ou dans le bois des arbres. De plus, un grand nombre vivent longtemps à l'état de larves ou de vers qui souvent sont aquatiques, bien que les adultes soient terrestres ou aériens. Ces larves vivent pour la plupart enfoncées dans la terre, ou dans l'écorce des plantes, ou dans les fruits, etc. En troisième lieu, un très-grand nombre de ces larves s'enveloppent dans un cocon pour opérer leur transformation et prennent alors le nom de chrysalides, qui sont collées ou cachées, soit à l'anfractuosité d'un mur, d'un rocher, soit dans des trous d'arbres ou même dans la terre, etc. Ces chrysalides demeurent assez longtemps dans cet état. En quatrième lieu, tous ces animaux sont ovipares et déposent leurs œufs, qui sont fort petits, à l'abri de toutes les circonstances nuisibles. Ils ont donc pu se conserver sous l'un ou l'autre de ces quatre états et même sous les quatre à la fois, et par conséquent il faut les exclure de l'arche, où nous les avions introduits plus haut, uniquement dans l'intention de montrer toute la force de notre thèse, sous quelque point de vue qu'on l'envisage.

5° Il ne reste donc que le type des ostéozoaires, de tous le moins nombreux en espèces, sauf peut-être le type des spongiaires. Nous ne devons compter que cinq classes d'ostéozoaires : les poissons, les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Il ne faut pas parler des poissons. Les amphibiens sont aussi presque tous aquatiques, à l'exception de quelques crapauds dont il n'est pas démontré que les têtards ou même les adultes ne puissent vivre dans l'eau, mais qui vivent très-certainement dans des trous assez profonds sous terre ou dans des creux de rocher; il faut donc les passer sous silence. Parmi les reptiles, plusieurs ordres, comme les crocodiles, un grand nombre de tortues, sont aquatiques; les autres, ou peuvent vivre dans l'eau, ou s'enfoncer dans des trous assez profonds sous terre, ou s'accrocher à des arbres qui ont certainement bien pu surnager pendant le déluge. Nous pouvons donc encore exclure tous les reptiles de l'arche sans difficulté sérieuse, d'autant plus que leurs œufs ont pu être conservés par une foule de moyens. Il ne peut donc être question que des oiseaux et des mammifères, deux classes les moins nombreuses en espèces, surtout les mammifères. Or, nous avons vu que Moïse n'avait probablement parlé que de ces deux classes d'animaux dans le récit du déluge; car le mot hébreu traduit ordinairement par *reptile*, désigne aussi les petits mammifères qui se meuvent près de la terre; nous avons donc été bien généreux en admettant dans l'arche, ce que la science appelle aujourd'hui *reptiles*. Descendons, pour répondre à l'objection, dans quelques détails. La classe des oiseaux comprend quatre-vingt-sept genres linnéens (*Systema naturæ*, édit. de Gmelin, 1789), qui sont encore les plus fondés en raison dans la science, mais que l'on pourrait réduire à cinquante et quelques. On doit certainement en retrancher les genres des oiseaux nageurs et quelques-uns des échassiers, en tout environ vingt genres, ce qui réduit à quarante-sept le nombre des genres dont les espèces auraient dû entrer dans l'arche. C'est accorder beaucoup que d'assigner une moyenne de trente espèces pour chaque genre, ce qui donnerait en tout 30 espèces $\times$ 47 genres = 1410 espèces d'oiseaux qui auraient dû entrer dans l'arche. Or, nous avons vu que le second étage de l'arche pouvait être disposé de manière à contenir quinze mille cinq cent soixante-une espèces d'oiseaux et de petits mammifères; supposons seulement douze mille couples d'oiseaux, c'est à peu près dix fois plus qu'il n'y a d'espèces certaines connues et signalées dans Linné. — Le *Systema naturæ* établit quarante grands genres de mammifères, dont six vivent continuellement dans l'eau; reste donc trente-quatre genres, qui, suivant les données les plus acceptables de la spécification, ne

doivent pas comprendre beaucoup plus de trois cents espèces bien déterminées; or, ce nombre ne remplirait pas encore le premier étage de l'arche, qui pouvait contenir cinq cent soixante-seize et quelques espèces. Et notons que nous avons pu placer au second étage trois mille cinq cent soixante et une espèces de petits mammifères, qui sont les plus nombreux en espèces. — Ainsi l'arche pouvait contenir 16,137 espèces d'animaux tant grands et petits mammifères qu'oiseaux; et Linné, ce grand naturaliste qui mérite encore toute considération, ne nous fournit dans son *Systema naturæ* que 2, 310 espèces qu'il fût nécessaire d'introduire dans l'arche. Supposons que le nombre des espèces certainement connues ait doublé depuis Linné, ce que tous les zoologistes savent bien être faux, cela ne donnerait encore que 4,620 espèces. Il y a loin de là à *un million*. — Nous le répétons en terminant ce chapitre : tous ces calculs du nombre des espèces font sourire les naturalistes sérieux; la science ne peut encore prononcer sur une question d'aussi mince importance que celle de nombre. Les lois de la spécification ne sont point encore assez unanimement senties ni démontrées pour qu'on puisse toujours prononcer à coup sûr sur la certitude et la réalité d'une espèce. Quand ces lois seront pleinement démontrées, comme elles tendent à l'être entre les mains de M. de Blainville, leur premier résultat dans la science sera de diminuer l'exagération du nombre des espèces. Quoi qu'il en soit, nous avons dû, en faveur de ceux de nos lecteurs qui n'ont pas le loisir de scruter ces sortes de choses, entrer dans la discussion détaillée de ce que dit la science aujourd'hui pour ou contre l'objection de nos adversaires; nous croyons avoir prouvé que la science leur est contraire; cela nous suffit, et nous n'attachons aucune autre importance à tous ces calculs.

Rassemblement des animaux. — Comment, dit-on, Noé put-il rassembler tous ces animaux de climats si opposés? — Nous pourrions répondre que le Dieu qui a créé l'instinct des animaux, qui leur a appris à sentir les temps et les saisons, à prévoir les orages et les frimas, qui a tracé la route des oiseaux du Nord vers les contrées du Midi, qui a donné à leur aile la force de traverser les mers, qui a assigné aux quadrupèdes les temps propices pour la chasse, les moments convenables pour rentrer dans leurs cavernes d'hibernation et pour en sortir; que ce Dieu, disons-nous, qui avait créé tous ces êtres et qui voulait les conserver, pût tout aussi bien les amener vers Noé, ce père du monde futur. Mais nos adversaires ne veulent pas de l'intervention de Dieu, quoique ce soit cette intervention même qui fasse vivre leur corps et soutienne leur intelligence. Donnons-leur donc une réponse à leur portée, une explication sans cause première.

En premier lieu, sur quoi fondés supposent-ils que tous les animaux antédiluviens fussent de climats opposés? n'est-il pas vraisemblable, au contraire, que toutes les espèces étaient représentées dans chaque pays? La paléontologie, qui découvre maintenant dans les couches du sol des animaux qui vivent dans l'autre hémisphère, permet de croire qu'ils vivaient autrefois dans le pays où on les rencontre fossiles; un grand nombre de faits paléontologiques convergent à prouver cette théorie. En outre, beaucoup de savants ont pensé que le climat de la terre avait changé, et que, par suite, des animaux qui pouvaient vivre au Nord, ne vivaient plus qu'au Midi. D'autres ont attribué la variation actuelle des climats et le déluge même à l'inclinaison de l'axe de la terre, il n'y a rien là d'impossible; sans soutenir, pour notre compte, ni l'une ni l'autre de ces théories acceptées par des hommes d'une grande science, nous croyons cependant qu'elles peuvent nous permettre de penser que toutes les espèces animales vivaient dans tous les pays indifféremment au temps de Noé. La géographie zoologique, jointe à l'histoire de cette science, nous fournit à elle seule une explication suffisante et certaine. Il est bien prouvé, en effet, que des animaux qu'on avait assignés exclusivement aux climats méridionaux, remontent assez avant vers le Nord, et *vice versâ*. Les lions étaient très-nombreux en Grèce autrefois. Aristote fait la remarque que, de son temps, ils avaient déjà diminué. et maintenant il n'y en a plus. Tout le monde sait que les loups ont disparu d'Angleterre. Il est très-probable qu'il y avait autrefois des ours jusque dans la province de Bretagne; aujourd'hui il n'y en a plus en France que sur les versants des Pyrénées et des Alpes, et encore y ont-ils considérablement diminué. Les cirques des Romains étaient remplis d'animaux de toutes sortes, et en si grand nombre qu'il serait aujourd'hui impossible de les réunir à cause de leur rareté de plus en plus considérable. L'aurochs et l'élan peuplaient les forêts des Gaules du temps de César, et aujourd'hui ils sont confinés dans le Nord. On avait cru jusqu'ici que le tapir était propre à l'Amérique, et voilà qu'on en a trouvé une très-belle espèce dans les îles de la Sonde, appartenant à l'ancien Monde. Tous les faits de la disparition des animaux du globe et les causes de cette disparition bien appréciées conduisent à prouver que la distribution géographique des espèces a considérablement changé depuis les temps historiques, et qu'elle continue à se modifier de plus en plus. L'événement du déluge n'a pas dû peu contribuer à changer la géographie zoologique. Tout porte donc à croire que la plupart des espèces pouvaient habiter le pays de Noé. Mais quand même certaines espèces auraient vécu dans des régions plus éloignées, rien n'empêche de penser qu'il ait pu se les procurer comme

celles de son pays. Noé était riche; il eut cent ans devant lui pour se préparer contre le déluge. Un tel homme a le temps dans un siècle de prendre des mesures suffisantes pour accomplir la mission dont il est chargé. Enfin, nul doute que le déluge ait dû faire disparaître un assez grand nombre d'espèces, et dès-lors celles du pays de Noé ont été les sources des espèces actuellement existantes; ce n'est point là une vaine supposition dénuée de fondement, elle est, au contraire, parfaitement d'accord avec les faits paléontologiques, et complétement dans l'esprit du texte de Moïse, qui ne mentionne évidemment que les animaux les plus rapprochés de l'homme, et ce n'est point lui faire violence, en admettant qu'il ne parle que de ceux qui habitaient le même pays que notre espèce. Ces considérations diverses doivent satisfaire tout esprit impartial. — Nous croyons avoir résolu toutes les objections élevées contre la construction de l'arche, sa capacité, le nombre des animaux conservés, leur nourriture pendant un an, leur rassemblement. Nous concluons que la fausseté des circonstances secondaires du déluge n'est pas si évidente qu'on le prétend; que l'imagination du narrateur antique n'a pas joué un si grand rôle dans l'ensemble du récit qu'on paraîtrait le croire, et que tout démontre que le fait fondamental du déluge ne peut être nié.

II[e] *objection.* — Qu'il est de toute impossibilité que le narrateur ait pu acquérir la connaissance même du fait fondamental. « Ces considérations (celles que nous avons réfutées) prennent surtout de la » force (nous avons prouvé qu'elles étaient fausses) lorsque l'on réfléchit que le fait fondamental est de telle nature que lors même qu'il ne » serait point *controuvé*, il serait de toute impossibilité que le narrateur » eût pu en acquérir connaissance. » *Controuvé* est un mot terrible; pour le prononcer, il faut des preuves, où sont-elles? Jusqu'ici nous avons vu des assertions, des erreurs de faits, un texte mal lu et nullement compris, mais de preuves et de discussions sérieuses, il n'y en pas l'ombre. La sagesse et la justice semblent demander que ce mot *controuvé* soit rayé jusqu'à nouvel ordre, car c'est le premier principe de la logique de ne tirer les conséquences qu'après la démonstration des prémisses. Voyons donc s'il serait de toute impossibilité que le narrateur eût pu acquérir connaissance du fait fondamental. Noé fut sans doute témoin du fait fondamental du déluge; Sem, son fils, fut aussi témoin de cet événement. Arphaxad, fils de Sem, naquit deux ans après le déluge; il en fut donc pour ainsi dire témoin, et son père le lui raconta certainement. Sem a vécu cinq cents ans après la naissance d'Arphaxad; Moïse est le quatorzième descendant de Sem de père en fils. Abraham a vécu deux cent quatre ans avec Sem, Isaac cent ans et Jacob quarante ans. De Jacob à Moïse il n'y a que quatre têtes; et si

Moïse n'a pas vu Jacob, Amram, son père, l'a certainement vu. La tradition du déluge n'a donc dû passer que par quatre bouches au plus pour arriver à Moïse, et on pourrait même concevoir qu'elle n'ait passé que par deux, celles de Jacob et d'Amram. La nation de Moïse descendait de Noé; cette nation avait un soin particulier de conserver les généalogies de ses ancêtres et les événements mémorables de leur temps. Est-il croyable qu'elle eût pu ne pas se souvenir d'un fait aussi important pour elle que le déluge, puisque c'était de ce fait qu'elle datait pour ainsi dire son origine. Moïse, élevé dans la science des Égyptiens, conduisant un peuple rebelle à sa parole, raconte qu'un déluge a eu lieu environ huit cents ans avant lui, sans crainte d'être démenti par son peuple, par les monuments de l'antiquité des nations, par leur histoire, leurs traditions, etc. Il donne ce déluge comme étant le point de départ de tous les peuples, et fournit ainsi lui-même dans son récit toutes les circonstances qui auraient pu servir à le convaincre d'imposture, si le fait fondamental dont il parle n'avait pas été dans la tradition publique et dans la croyance de son temps. Or, il est passablement singulier qu'après trois ou quatre mille ans on vienne refuser la possibilité de s'assurer d'un fait à un auteur qui le tenait de première source, surtout lorsque la tradition de tous les peuples confirme le récit de cet auteur et que l'on n'a absolument aucun document pour le nier.

IIIe *objection.* — Qu'il a été impossible à Noé, ainsi qu'à ses descendants, de connaître et de constater soit l'étendue, soit l'universalité du déluge. — Il faut bien ramener la question à ses vrais termes : il ne s'agit pas de savoir si Noé ou ses descendants ont pu constater l'universalité ou l'étendue du déluge, mais bien s'ils ne se sont pas trompés en affirmant qu'il a eu lieu et qu'il a fait périr tous les hommes; car tel est le point capital du récit de Moïse. Cette première remarque suffirait seule, car nous n'aurions plus qu'à montrer que l'historien du déluge ne s'est pas trompé dans son récit; mais parcourons, en les annotant, les assertions de nos adversaires. « Et par » quel moyen, en effet, disent-ils, voudrait-on que dans ces temps » d'ignorance géographique (la géographie de Moïse est pourtant dé» montrée assez juste) quelques familles (une famille) échappées à » un déluge qui avait dévasté leur pays eussent pu apprendre ce qui » s'était passé dans les pays lointains? L'inondation aurait couvert » toutes les contrées de la terre, en même temps que la leur, qu'elles » n'en auraient rien su, et elle aurait respecté toutes les contrées de la » terre sauf la leur, qu'elles ne l'auraient pas su davantage. Si, à part » les élus de l'arche, toute la population terrestre a été noyée, il faut » *nécessairement* admettre que les survivants ont fait eux-mêmes (ou

» leurs descendants) le tour du monde pour s'en assurer (nous ne
» voyons nullement la nécessité d'un pareil tour); et si l'inondation
» s'est étendue sur toute la terre, en laissant subsister seulement çà
» et là quelques-uns de ses habitants, sur les sommités des monta-
» gnes, il faut encore admettre que des voyageurs partis de tous les
» points du monde (si tous les points du monde étaient habités), même
» l'Amérique (si elle était habitée, ce qui est douteux) sont venus
» informer Noé ou ses descendants de l'universalité de la catastro-
» phe. »

Moïse a lui-même répondu à toutes ces assertions. Noé, nous apprend-il, est seul sauvé du déluge avec sa famille; sa race se multiplie, les enfants de l'un de ses fils vont peupler l'Europe, ceux de l'autre vont peupler l'Afrique, ceux du troisième vont peupler l'Asie. Les annales de la plupart de ces peuples confirment cette origine; voilà donc les descendants de Noé qui partent d'auprès de l'arche et qui s'en vont voyager par toute la terre; ils disent qu'elle est déserte, et qu'à mesure qu'ils la peuplent de proche en proche, ils n'y trouvent pas trace humaine. Ces peuples conservent des rapports certains entre eux; et quatre cents ans après le déluge, Abraham descend de la Chaldée en Palestine, et de la Palestine en Égypte, et partout il peut reconnaître les peuples sortis de la même souche que lui. Moïse arrive huit cents ans après, et le genre humain voyageur avait constaté, sur tout le monde connu alors, qu'il n'y avait pas d'autres habitants que ceux qui étaient sortis de l'arche; Moïse en fait le dénombrement, et il est d'accord avec les annales de tous ces peuples sur leur origine. Ainsi les voyages que l'on demandait ont été faits, et on a pu en conclure rigoureusement que toute la race humaine avait été détruite par le déluge, universel en ce point au moins. Quant à l'Amérique, il faudrait prouver d'abord qu'elle était habitée avant ou même du temps de Moïse; or, cela n'est pas prouvé; et d'ailleurs l'Amérique elle-même vient apporter son témoignage au fait du déluge. Nous reviendrons sur cette question du témoignage des peuples. Qu'il nous suffise pour le moment d'avoir montré que l'on n'a pas le droit de conclure en ces termes : « Or, il est incontesta-
» ble qu'aucune nation de l'antiquité, et je n'en excepte pas même
» l'Égypte, n'a réuni les conditions de savoir *indispensables* pour
» pouvoir transmettre avec certitude à la postérité un pareil récit. »
(Il suffisait de la parole, et l'Égypte comme les autres peuples, non-seulement savait parler, mais encore écrire et élever des monuments; c'est beaucoup plus qu'il n'en faut pour conserver la tradition d'un événement tel que le déluge). « La tradition du déluge
» universel, à moins que l'on ne consente à la détacher de l'histoire

» commune pour la regarder comme directement inspirée aux hom» mes par l'esprit de Dieu (eh pourquoi pas!), et l'accepter par consé» quent dans son entier, ne repose donc sur aucun argument valable. » (La particule *donc* est commode, c'est l'argument de ceux qui n'en ont pas, et ici la proposition dont elle fait partie est fausse et ne repose absolument sur rien). « Et si un déluge pareil s'est jamais pro» duit sur la terre, ce dont il nous reste à nous enquérir, c'est ailleurs » que dans les écrits des Hébreux qu'il faut en chercher les témoi» gnages.) » Et pourquoi pas dans les écrits des Hébreux ? ne valent-ils pas ceux d'un autre peuple, ne sont-ils même pas comparables à des conjectures géologiques ou autres ? Leur caractère religieux et social est leur défaut! — » Supposons un instant, continue l'objection, que » Noé, le déluge, dont ses compatriotes venaient d'être victimes, ter» miné, eût voulu s'assurer si l'inondation s'était réellement étendue » sur toute la terre. Noé aurait pris en main le bâton de pèlerin, et » parcourant dans toutes les directions les continents devenus de » nouveau secs et praticables, il serait allé constater en chaque lieu » les traces nécessairement laissées par le séjour des eaux. » A quoi bon toutes ces suppositions; c'est toujours déplacer la question; car, encore un coup, suivant le récit de Moïse, il ne s'agissait pas de savoir si les eaux s'étaient répandues par toute la terre, mais bien si tous les hommes et les animaux les plus rapprochés de l'homme avaient péri; or, il n'était pas besoin de prendre le bâton de pèlerin pour s'assurer d'une telle destruction. Noé connaissait sans doute quels étaient les principaux pays habités avant le déluge; il connaissait probablement aussi les mers qui environnaient ces pays, il les vit se déborder sur le sol habité, il connut l'élévation des eaux audessus des plus hautes montagnes du vaste horizon, il put en déduire l'étendue de l'inondation, et après la catastrophe terminée, il lui fut facile de constater sans long voyage que tout avait péri, puisqu'il n'y avait plus d'habitants sur la terre; et son fils Sem, qui vécut encore plus de cinq cents ans après le déluge, et du temps duquel arriva la dispersion, put bien mieux encore le constater. Voilà ce que dit le bon sens, et cela suffit. Mais, lorsqu'on veut arriver à d'autres conséquences, il faut bien poser d'autres prémisses, toutefois sans les prouver.

IVe *objection*.—Que c'est exclusivement à la géologie et non à l'histoire qu'il appartient de donner des preuves directes du déluge. — Cette objection est une conséquence des précédentes. C'était à exclure l'histoire, qui parle trop haut et trop unanimement, qu'on voulait arriver pour donner toute l'autorité à la géologie, qui ne prononce et ne peut encore prononcer que des conjectures. Comment cela s'appelle-t-il en logique? « Mais, dit-on, ce que Noé n'a certainement eu

» ni l'idée, ni le moyen d'exécuter, nous pouvons le faire. (Certainement Noé n'a point eu l'idée de faire un voyage géologique.) Que l'on songe « aux marques nombreuses et profondes qu'une aussi violente » et aussi extraordinaire invasion des eaux aurait dû causer à la sur- » face de tous les pays, et l'on concevra aisément que ce ne sont pas » les pluies tombées dans l'espace de quelques siècles qui auraient » pu les effacer entièrement. » Il n'y a pas eu que des pluies, mais une foule d'autres causes, des inondations partielles, des soulèvements ou des abaissements du sol, des tremblements de terre, etc.; ces causes n'ont pas agi seulement pendant quelques siècles, mais pendant quarante ou cinquante siècles, suivant la chronologie qu'on voudra adopter. « Il y a d'ailleurs des contrées où il ne pleut jamais » (maintenant). *Donc*, les seuls monuments sur lesquels l'opinion » de Noé, au sujet de l'universalité du déluge, aurait pu raisonna- » blement se fonder, sont encore debout pour servir de fondement à » la nôtre. » *Donc* n'est pas concluant, et de plus il y a d'autres monuments que ceux qu'on préconise, parce qu'ils n'existent pas. « Il » s'agit ici, continue-t-on, de géologie et non d'histoire. A défaut » de témoins oculaires, c'est exclusivement à cette dernière science » qu'il appartient aujourd'hui, comme cela lui aurait appartenu dans » tous les temps, de donner des preuves directes de l'universalité » ou de la non-universalité du déluge. » Nous dirons et nous prouverons tout l'inverse : il s'agit ici d'histoire et non de géologie, avec tant de témoins oculaires, c'est exclusivement à cette première science qu'il appartient aujourd'hui, comme cela lui a appartenu dans tous les temps, de donner des preuves directes de l'universalité ou de la non-universalité du déluge. Mais avant d'en venir à cette thèse, poursuivons avec nos adversaires tout ce qui tient à la géologie. — « Or, dit-on, qu'est-il besoin de dire, sinon aux » personnes peu versées dans les connaissances géologiques, que » rien n'est mieux démontré par les observations modernes que » la fausseté du récit hébraïque? » Beaucoup de savants géologues sont d'un avis tout contraire. « On trouve à la vérité, à la surface des » continents, une multitude d'indices de déluges locaux et rien à » coup sûr n'est plus naturel; mais il n'y a pas un seul fait qui autorise » à penser que ces diverses inondations ont été contemporaines. » Beaucoup de faits, au contraire, autorisent à penser qu'elles ont été contemporaines; mais ne l'eussent-elles pas été, qu'elles seraient encore une présomption en faveur du déluge, puisque, pouvant avoir eu lieu après lui, elles en auraient effacé les traces. « L'eussent- » elles été, concession bien gratuite (pas si gratuite) et bien hasar- » dée! elles ne feraient, relativement à l'étendue totale des continents, » qu'un ensemble d'inondations tout-à-fait partiel, et il demeurerait

» parfaitement avéré que les eaux de ce déluge se sont répandues » dans quelques localités seulement, sur des vallées et des régions » basses, et qu'en général elles ne se sont pas même élevées jus- » qu'au niveau des plus médiocres collines (les preuves! les preuves!). » N'est-il pas certain que si les eaux d'un déluge avaient jamais » inondé toute la terre, leurs alluvions se seraient forcément dépo- » sées dans les plus hautes vallées des montagnes (cela n'est nulle- » ment certain)? Or, toutes les observations constatent qu'il n'y a pas » un seul exemple de *véritables* alluvions dans de tels lieux. » Qu'en-tend-on par véritables alluvions? Il faudrait au moins le dire; car enfin on conçoit que le mouvement des eaux du déluge n'a dû déposer que fort peu de limon sur les montagnes; qu'elles ont dû au contraire raviner leurs sommets pour déposer à leurs pieds, et que les dépôts ont dû surtout être considérables quand les eaux ont fini leur retrait sur les terres basses; c'est du moins là ce que nous voyons tous les jours dans les inondations. Si donc, il y a de petites alluvions, qu'on ne veut pas appeler *véritables* alluvions, dans les hautes vallées, c'est justement ce qu'aurait dû produire le déluge. Passons à une autre raison. « N'est-il pas certain encore que les eaux, en venant baigner » les montagnes de scories spongieuses et désagrégées que vomissent » les volcans, les auraient forcément démolies et dispersées? Or, les » nombreuses montagnes de cette espèce, disséminées en Italie, en » Auvergne, en Vivarais, sur les bords du Rhin, en tant d'autres pays » qu'il serait inutile de nommer, attestent d'une manière irrécusable, » par la conservation parfaite de leurs formes primitives, que jamais » les eaux d'un déluge n'ont mouillé leurs flancs. Il faudrait donc » dire que cette armée de volcans, tous antérieurs aux temps histo- » riques, a paru sur la terre, comme par explosion, durant le court » intervalle qui sépare l'époque du déluge de Noé de celle des plus » anciens souvenirs de nos annales, et donner ainsi pour complé- » ment à l'invention d'un cataclysme d'eau l'invention non moins » téméraire d'un cataclysme de feu. » Il n'est nullement besoin d'in-ventions téméraires. Les eaux du déluge ont bien pu baigner momen-tanément les montagnes de scories spongieuses et désagrégées, entraîner même de ces scories sans détruire la forme des cônes vol-caniques que les influences atmosphériques ont pu exfolier de nou-veau en désagrégeant les scories superficielles; quatre ou cinq mille ans sont plus que suffisants pour opérer cette désagrégation. Si les eaux du déluge avaient battu ces montagnes de scories pendant des années, on concevrait l'objection: mais elles ne les couvrirent que pendant quelques mois. En second lieu, qui prouve que ces mon-tagnes volcaniques sont antérieures au déluge? Absolument rien.

Du déluge aux plus anciens souvenirs de nos annales, il s'est écoulé plus de mille ans au moins. Or, tout le monde connaît la rapidité des formations volcaniques, et qu'il y a des centaines de volcans encore en activité aujourd'hui sur le globe. A-t-on d'ailleurs une histoire bien suivie et bien ancienne des formations volcaniques? Nos adversaires disent eux-mêmes, dans le commencement de cet article, qu'on n'a encore *rien de précis* sur ce sujet. Il y a seulement quelques années que la géologie s'occupe de l'étude des volcans. Et l'histoire a-t-elle parlé de tous les phénomènes volcaniques? Il est positivement certain que non. Tous ces volcans auraient donc pu former leurs cônes même dans les temps historiques, sans que l'histoire ait songé à en dire mot. On le voit, *l'invention téméraire d'un cataclysme de feu* n'appartient point à notre témérité. Continuons, car nous pourrons enfin obtenir forcément quelques concessions assez mal déguisées : écoutons.

« Il existe, à la vérité, non pas au sommet des montagnes (et ce » n'était pas là que le déluge devait faire des dépôts), mais sur des » pentes et des plateaux (et c'était là que le déluge devait déposer) » inacessibles aujourd'hui à toute inondation locale que l'on puisse » imaginer (c'est grave!), des alluvions, dont la présence en ces » lieux semble ne pouvoir s'expliquer que par des mouvements de l'O- » céan bien supérieurs en violence et en étendue à ceux dont nous » avons parlé jusqu'ici (c'est beaucoup trop accorder pour nier le » déluge). Mais ces terrains auxquels, par un blâmable abus (pourquoi » blâmable abus), quelques géologues ont attribué le nom de terrains » diluviens, sont précisément caractérisés, de l'aveu même de ces » géologues, par l'absence de tous débris humains et par les osse- » ments d'espèces animales aujourd'hui éteintes ou repoussées dans » des latitudes plus méridionales. » L'absence de débris humains dans les terrains diluviens, fût-elle universellement constatée, ce qui n'est pas, ne prouverait qu'une chose ; c'est qu'il n'y aurait pas de fossiles humains dans ces terrains, mais nullement qu'il n'existait pas d'hommes à l'époque de leur formation. Aujourd'hui il se forme des alluvions qui renferment des débris de certains animaux, placés dans les circonstances convenables pour être entraînés et fossilisés; mais l'homme et la plupart des animaux ne se trouvant point dans les mêmes circonstances, leurs débris sont absents de ces alluvions. Or, si ces alluvions ne se formaient pas sous nos yeux, serions-nous fondés à croire et à dire qu'il n'existait pas d'hommes sur la terre lors de leur formation? C'est pourtant là le raisonnement de tous ceux qui prétendent que tous les terrains qui ne contiennent pas de débris humains ont été formés avant l'existence de l'homme.

Tous les géologues et les paléontologistes observateurs savent que les débris d'animaux fossiles doivent être considérés comme des exceptions, et que ce serait une grave erreur de prétendre déterminer les faunes et les flores des époques où les terrains qui contiennent ces débris se sont déposés. L'espèce humaine est de toutes les espèces celle qui peut le plus facilement se dérober aux causes de fossilisation; son absence de tel ou tel terrain en général ne prouve donc absolument rien pour ou contre son existence contemporaine à la formation de ces terrains. Quant à son absence des terrains diluviens, elle ne prouve pas davantage; d'abord, parce que les terrains diluviens sont loin d'avoir été étudiés sur toute la surface du globe; en second lieu, quand ils auraient tous été étudiés, et que l'absence de débris humains y serait universellement constatée, cela ne prouverait rien encore. Les hommes purent bien en effet être tous détruits par les eaux du déluge sans qu'aucuns de leurs débris aient été conservés; il n'y aurait en cela rien d'étonnant, rien de contraire aux faits géologiques. Les ossements d'espèces animales aujourd'hui éteintes ou repoussées dans des latitudes plus méridionales, témoigneraient plutôt en faveur du déluge que contre lui. Nous l'avons déjà fait observer, l'histoire de la disparition des espèces animales n'est pas faite, cette disparition se continue tous les jours; il y a longtemps qu'elle a commencé, et l'on peut dire que c'est un phénomène perpétuel assez frappant de notre globe. Le déluge a dû à lui seul faire disparaître bien des espèces; nous avons montré qu'il n'y avait dans ce fait aucune contradiction avec le texte de Moïse littéralement entendu. Si des espèces aujourd'hui plus méridionales se trouvent dans les alluvions de nos pays, qui les y a amenées? De deux choses l'une : ou ces espèces vivaient autrefois dans nos pays, ce qui peut être; ou elles y ont été apportées par un immense mouvement des eaux, et, dans ce cas, les géologues qui ont appelé diluviens les alluvions qui les contiennent, n'ont pas commis un *blâmable abus*. Ces réflexions suffisent pour nous faire apprécier les conclusions suivantes :

« Les phénomènes auxquels ces témoignages se rapportent appar-
» tiennent *donc* aux annales de la période tertiaire, et demeurent
» complétement en dehors de celle du genre humain. » Oui, s'il était démontré que le genre humain n'existait pas pendant la période tertiaire; mais qu'est-ce que la période tertiaire en géologie? Cela n'est pas bien fixé; pour un grand nombre, c'est celle qui continue encore aujourd'hui les formations. Tous ceux qui ont étudié la série des terrains, l'engrenage des couches superposées, l'oscillation presque insensible qui conduit d'un terrain à un autre, savent qu'on n'a in-

troduit, dans la série presque continue des terrains, des divisions, que pour fixer un peu les idées; mais qu'elles ne sont nullement dans la nature ce qu'elles sont dans la parole ou sur le papier. Il est impossible, et il sera longtemps, pour ne pas dire à jamais, impossible à la géologie de fixer l'époque de l'apparition, nous ne dirons pas seulement de l'homme, mais d'aucune espèce animale sur la terre. La présence des fossiles prouve que ces animaux existaient à l'époque de la formation des terrains où ils se trouvent; mais leur absence ne prouve rien. Que les terrains diluviens appartiennent donc à la période tertiaire dont ils seraient la dernière formation, ou à la période actuelle, cela est complétement indifférent et n'empêcherait nullement de les attribuer au déluge. — « Si, durant cette
» période, continue-t-on, comme portent à le penser plusieurs mo-
» numents considérables, des massifs de montagnes, tels qu'une par-
» tie des Alpes, se sont brusquement soulevés, de vastes régions
» ont dû être ébranlées par cette crise, et les flots de l'Océan, secoué
» puissamment dans ses profondeurs, surtout si le soulèvement s'est
» opéré dans son sein, ont pu se trouver chassés sur les continents,
» dans un rayon géographique étendu, à une grande distance des
» côtes, et jusque sur des pentes élevées. » Certes une pareille révolution aurait suffi pour produire le déluge mosaïque, et nous ne voyons pas ce qui empêcherait d'admettre cette cause au moins comme plausible; nous y reviendrons; voici le correctif de cet aveu nécessaire: — « Peut-être aussi quelques-unes de ces alluvions
» doivent-elles simplement la place singulière qu'elles occupent à
» des exhaussements partiels, postérieurs à l'époque de leur dépôt
» (peut-être aussi que non). En tous cas, la nature de la population
» de la terre au moment où ces inondations ont eu lieu, nous est suffi-
» samment révélée par le caractère des ossements qui sont ensevelis
» dans les terrains charriés alors par les eaux; et puisque les
» hommes n'existaient point encore, ces inondations sont tout-à-fait
» étrangères au sujet de cet article. » Nous avons déjà montré que la population de la terre, non-seulement ne nous était pas révélée, mais même qu'elle ne pouvait pas nous être révélée par les débris fossiles des être organisés. Nous avons également fait voir que la non-existence des hommes ne pouvait pas être démontrée par l'absence de fossiles humains. — Nous avons parcouru dans tous leurs détails les objections que l'on prétend tirer des faits géologiques contre le déluge. Nous espérons avoir montré que ces faits sont complétement impuissants pour infirmer le récit de Moïse, et que plusieurs d'entre eux même seraient plutôt en sa faveur. Voyons maintenant d'une manière plus positive les faits que la

géologie semble pouvoir fournir à l'appui du déluge mosaïque.

Données géologiques en faveur du déluge. — Nous commençons par prévenir que nous ne prétendons nullement prouver le déluge par la géologie ; nous ne la croyons pas encore assez avancée dans ses progrès pour lui accorder une telle confiance. Le déluge est avant tout un fait moral et historique, la géologie ne l'infirmera jamais ; nous n'osons dire qu'elle puisse le confirmer. Mais nous devons à notre conscience de mettre sous les yeux de nos lecteurs l'état de cette science sur ce point particulier, sans prétendre en tirer aucune démonstration rigoureuse ; c'est pour cela que nous intitulons ce chapitre *Données géologiques*, afin de ne rien préjuger et de laisser toute liberté à chacun. — Dans l'enfance de la géologie on regardait tous les débris fossiles d'animaux comme des preuves du déluge. C'était certainement une grave erreur, dont on a dû revenir par suite d'une étude mieux approfondie des terrains qui contiennent ces débris. Les couches fossilifères régulières, superposées en plus ou moins grand nombre, l'alternance des couches marines et des couches d'eau douce ne peuvent être l'effet du déluge. — M. Constant Prévost, dont la sage réserve a peut-être été un peu mal comprise, nous paraît avoir apprécié de la manière la plus convenable les faits géologiques rapportés au déluge ; en combattant les irruptions réitérées de la mer sur nos continents, il dit : « Je n'entends pas parler de la der- » nière catastrophe, dont presque tous les peuples ont conservé le » souvenir, et qui, au surplus, n'a laissé sur le sol que les traces » d'une action violente et passagère, et dont les effets *bien constatés* » ne prouvent, en aucune manière, l'élévation et le séjour assez pro- » longé des eaux de l'Océan au-dessus d'un sol antérieurement ha- » bité, pour qu'il se soit formé sur ce sol des dépôts marins réguliers. » (*Lissert. géol.*, à l'Acad. des sc., le 18 juin et 2 juillet 1827, p. 24 et 25). » Plus loin (p. 43 et s.) il ajoute : « Tout en n'admettant pas l'hypo- » thèse imaginée par Pallas, qui expliquait la présence, en Sibérie, » de cadavres de rhinocéros et d'éléphants, par une grande débâcle » des mers du Sud qui les aurait entraînés vers le Nord, il faut » craindre de décider trop tôt que les fossiles n'ont pas été transpor- » tés souvent à de grandes distances, et qu'ils sont toujours près » des lieux où vivaient les êtres dont ils proviennent. » Et il donne plusieurs raisons très-satisfaisantes pour appuyer cette manière de voir.

Ce savant professeur range dans la même catégorie les cavernes à ossements, les brèches osseuses et le *diluvium*, ou terrain diluvien, « parce qu'ils lui paraissent avoir beaucoup de rapports entre eux » quant à la nature des causes dont ils sont les effets et à l'époque

» où ils ont eu lieu, et aussi pour faire observer que si quelques-uns » pouvaient être apportés comme preuve, qu'au moins une fois les » terres habitées ont été universellement inondées, et que les ani- » maux terrestres ont été détruits sur le sol qu'ils habitaient, aucun » de ces mêmes faits ne prouve un séjour prolongé des mers, une » véritable irruption sur des continents précédemment mis à sec. » Car en y réfléchissant bien, on verra que nous pouvons tout au plus » conjecturer, d'après les seuls documents que nous fournissent les » cavernes à ossements, les brèches osseuses et ce que l'on appelle » le diluvium, qu'à une époque à laquelle nous pouvons, jusqu'à un » certain point, chronologiquement remonter, une violente catastro- » phe et passagère inondation semble avoir dévasté et englouti des » pays alors habités, sans que nous puissions affirmer en même temps » que ces pays étaient exactement les mêmes que ceux de l'époque » actuelle, dont au contraire, à mon avis, les parties basses au moins « ne paraissent avoir été découvertes qu'à la suite de ce grand et der- » nier événement.—On sait que non-seulement le fond de nos vallées, » mais nos plaines élevées et le sommet de nos collines jusqu'à une » assez grande hauteur, sont couverts de terrains meubles, de marne » tendre, de sable, de gravier, de cailloux roulés qui renferment, ac- » compagnent ou recouvrent presque partout les ossements de grands » animaux mammifères, dont plusieurs appartenaient à des races » perdues; des fentes verticales de rochers anciens, depuis la pointe » de Gibraltar jusqu'au fond de la Méditerranée, sont remplies d'un » ciment terreux, rougeâtre, presque partout semblable, qui a agglu- » tiné les débris osseux d'animaux ou inconnus, ou analogues à plu- » sieurs de ceux qui habitent maintenant des contrées éloignées du » point où on les trouve ; enfin le sol de l'Allemagne, de la France, de » l'Angleterre et de beaucoup d'autres lieux qui ont été moins étudiés » est percé de spacieuses cavernes dont les anfractuosités irrégulières » sont remplies des innombrables dépouilles de divers carnassiers, de » pachydermes, de ruminants, etc. (P. 60, 61.) » C'est par ces faits d'une si vaste étendue qu'on a avec quelque fondement appuyé géologiquement la tradition du déluge. Plusieurs géologues ont cru pouvoir conclure que plusieurs de ces cavernes avaient servi de retraites aux animaux qu'elles contiennent, et que ces animaux mêmes y avaient vécu. Mais considérant que le fond de ces cavernes est comblé par les débris d'animaux enveloppés de sable, d'argile, de marne, etc., que les parois mêmes de plusieurs contiennent enchâssés ces mêmes débris ; que d'autres sont remplies d'ossements et de leur gangue jusqu'au sommet; que ces cavernes sont sinueuses et leurs bords si escarpés qu'on ne peut y pénétrer que par des espèces d'escaliers

ou avec des échelles; qu'en outre il y a encore des cavernes souterraines où des fleuves et de grands courants d'eau disparaissent pour aller sortir ensuite plus loin, etc. M. C. Prévost pense, avec fondement, qu'au moins un certain nombre de ces cavernes anciennes ont dû être remplies par des courants d'eau qui les traversaient, et que par conséquent les irruptions itératives de la mer sur nos continents ne peuvent être appuyées par ces faits. « Enfin, ajoute ce sage et conscien-» cieux observateur, lors même que contre l'opinion que j'ai cherché » à appuyer sur des faits, il faudrait admettre que les animaux car-» nassiers ont vécu dans les cavernes où on trouve leurs ossements, » rien n'attesterait qu'à une époque postérieure une irruption marine, » et bien moins un séjour des eaux, aurait eu lieu sur ce sol sup-» posé habité. Quant aux brèches osseuses et même au dernier dilu-» vium qui, selon moi, appartiennent à la même classe de phénomè-» nes que les cavernes à ossements, ils me semblent avoir été pro-» duits par le passage lent et habituel ou par l'introduction rapide et » passagère des eaux douces et continentales, et non par celles des » mers. » Si nous sommes frappés des raisons que M. C. Prévost donne à l'appui de sa manière de voir sur les cavernes et les brèches osseuses, et disposés à l'adopter, jusqu'à plus amples renseignements, il s'en faut beaucoup que nous pensions de même sur le terrain diluvien. L'immense étendue de pays et les lieux élevés, couverts de *terrains meubles, de marne tendre, de sable, de gravier, de cailloux roulés renfermant ou accompagnant presque partout les ossements de grands mammifères*, ne nous paraissent pas explicables par la seule action des eaux douces et continentales. L'uniformité de couches de cailloux alpins et leur ressemblance générale sur une aussi vaste étendue que le bassin qui sépare les Alpes du Jura, et de là jusqu'en Autriche, dans la grande vallée du Rhin, la grosseur des cailloux roulés, nous semblent exiger une cause plus générale que l'écoulement subit de certains lacs supposés, si nombreux qu'ils fussent. Sans aucun doute les eaux douces ont pu jouer un rôle dans la production des terrains diluviens, mais cela n'exclue pas l'action des eaux marines. Du reste, ces réflexions n'ébranlent nullement la thèse qu'a voulu soutenir M. C. Prévost, pas plus que les siennes n'ébranlent la nôtre. M. Prévost a voulu combattre la théorie des irruptions et des retraites successives sur les continents habités, qui auraient été plusieurs fois envahis et laissés à sec. La force de ses raisons doit convaincre tout esprit impartial. Mais il n'a eu aucune intention de combattre une irruption subite et très-étendue des eaux sur les continents; seulement il n'accepte pas que cette irruption, qu'il est d'ailleurs très-porté à admettre, ait longuement séjourné sur les lieux en-

vahis. Peut-être aurait-on pu lui demander une discussion un peu plus approfondie sur tout l'ensemble du terrain diluvien, sa thèse n'eût fait qu'y gagner et ses conclusions n'en eussent été que mieux appuyées, Que telle soit la pensée sage de cet habile géologue, lui-même va nous l'apprendre. « Cependant, dit-il (p. 76), je ne suis pas » moins disposé à reconnaître avec Deluc, avec M. Cuvier, avec le » professeur Buckland, qu'un grand nombre de faits géologiques » viennent appuyer les traditions historiques de presque tous les » peuples, et nous apprendre qu'à une époque que l'on pourra peut-» être fixer par de certains chronomètres physiques, certaines par-» ties des terres découvertes ont été momentanément ravagées par » de grandes inondations, qui ont certainement fait périr des mil-» liers d'animaux terrestres, et sans doute une grande partie des » hommes, sur les points où ils étaient établis; mais ce que je me re-» fuse à regarder comme aussi bien démontré, c'est que le sol bas de » nos continents actuels, celui de la France, et plus particulièrement » encore celui des environs de Paris, était déjà à sec et habité au mo-» ment où cette dernière grande catastrophe a eu lieu, et à plus forte » raison, ce que je ne puis croire, faute de faits positifs, c'est que cette » partie du globe que nous habitons ait été précédemment assujettie » à des retraites et à des irruptions alternatives des mers jusqu'à trois » fois répétées. »

D'autres géologues ont cru trouver de nouvelles preuves du déluge dans les vallées de dénudation et dans les blocs erratiques. — Les vallées de dénudation sont creusées dans la masse même des plateaux élevés; elles sont enclavées entre des collines composées de couches évidemment continues avant l'existence des vallées; ces couches sont, en effet, à la même hauteur, de la même structure et dans le même ordre de superposition des deux côtés de la vallée. On remarque que toutes ces vallées paraissent avoir été creusées dans la même direction, et c'est sur ce caractère qu'on s'appuie principalement pour voir en elles un résultat du déluge. Mais d'autres observateurs, avec autant et peut-être plus de raison, attribuent ces vallées à des dislocations du sol qui se serait abaissé d'un côté et soulevé de l'autre, comme par un mouvement de bascule; d'autres y voient une preuve de la formation des grandes chaînes de montagnes par soulèvement. Quoi qu'il en soit de ces diverses opinions, nous ne croyons pas que les vallées de dénudation puissent être considérées comme un résultat d'un mouvement subit des eaux, et cela pour de graves raisons qu'il serait trop long et intempestif de donner ici. — On a aussi attribué à une action violente des eaux la dénudation d'énormes masses de granit qui ont jusqu'à 975 mètres d'élévation sur

les plus hautes Alpes. Les influences atmosphériques et météoriques, pouvant tout aussi bien être les causes de ces dénudations des crêtes granitiques, nous ne voudrions rien en conclure. — Il en est autrement des blocs erratiques. Ces blocs sont des fragments de roches, de granit, de syénite, de quartzites, quelquefois de calcaire, dont le volume varie depuis quelques décimètres jusqu'à quinze cents mètres cubes. On les rencontre à la surface du sol, au milieu des sables ou enfouis dans les dépôts meubles du diluvium, isolés ou amoncelés sur de vastes plaines, souvent semés en longues traînées sur les pentes et jusque sur les crêtes des montagnes, auxquelles ils n'appartiennent certainement point. Ils se trouvent, pour la plupart, jetés à de très-grandes distances des chaînes de montagnes qui seules ont pu les fournir et dont ces blocs, de même composition qu'elles, sont séparés par des vallées profondes, des fleuves, des bras de mer. Ils sont généralement disposés en bandes parallèles, quelquefois elliptiques, dans une direction constante, du Nord-Est au Sud-Ouest. — Les blocs erratiques ont été observés en grand nombre et avec tous ces caractères généraux, en Angleterre, en Irlande, en Écosse, dans les îles Shetland, où l'on suppose que plusieurs proviennent de la Norwége. Les mêmes observations ont été faites sur le Continent, en Suède, en Russie, en Allemagne, dans les Alpes. L'Amérique septentrionale, les montagnes du Potosi, au-dessus de Lima, ont offert les mêmes phénomènes, et partout dans la même direction du Nord au Sud. — On a cherché à expliquer ces faits par de grandes inondations partielles, des débâcles de grands lacs, des dégels, qui auraient transporté ces blocs enclavés dans d'énormes glaçons. On a encore supposé que des dislocations du sol par des soulèvements et des abaissements simultanés, accompagnés de mouvements dans les eaux, auraient pu faire glisser, pour ainsi dire, ces blocs des sommets d'où ils étaient détachés sur les lieux où ils gisent maintenant. Mais il faut convenir que les faits sont trop généraux et sur une trop vaste échelle pour qu'on puisse se contenter de ces hypothèses, qui n'ont d'ailleurs aucune preuve et qui seraient certainement insuffisantes. Il y a bien plus de raison d'attribuer ces phénomènes, si uniformes tant sur l'ancien que sur le nouveau continent, à une même cause perturbatrice qui a mis les eaux en mouvement sur une vaste étendue du Nord au Sud. Les liens d'union de ces traînées de blocs erratiques avec les sables, les marnes, les terrains meubles du diluvium et avec les innombrables débris d'animaux que renferment ces terrains, semblent entraîner la conviction à considérer tout cet ensemble de phénomènes comme des résultats d'une seule et même cause, d'un seul et prodigieux mouvement dans les eaux, que l'on ne

peut, par aucune raison sérieuse, séparer du déluge et que tout porte au contraire à identifier avec lui. — Regardant tous ces faits, ainsi qu'un grand nombre d'autres, comme parfaitement d'accord avec les traditions des peuples sur le déluge universel, Deluc et après lui de Saussure, Dolomieu, Cuvier, ont cru trouver un chronomètre géologique qui permît de remonter à la date au moins approximative du grand cataclysme. En calculant le mouvement envahisseur des dunes de sable sur les côtes de l'Océan, dans un temps donné, la formation des marnières et des tourbières pendant une certaine période, Deluc et après lui tous les autres arrivaient à conclure que notre globe a été victime d'une grande et subite inondation, dont la date ne peut remonter au-delà de cinq à six mille ans.

Le fait des fossiles humains, que certains géologues se sont obstinés à nier, vient encore ajouter une nouvelle donnée. Il est en effet pleinement reconnu aujourd'hui que l'on rencontre des fossiles humains dans le terrain diluvien ou avec des animaux contenus dans ce terrain, soit dans les brèches osseuses, soit dans les cavernes, soit dans les terrains meubles du diluvium. — Dans la grotte de Bise, près de Narbonne, on a trouvé des ossements humains avec des débris de poterie grossière, des os de lions, d'hyènes, de tigres, etc., ensevelis dans des matériaux regardés par tous les géologues comme appartenant au diluvium. — Dans la caverne de Gailenreuth, on a découvert, en 1829, des fragments d'urnes sépulcrales parmi les ossements d'ours. La caverne de Pondres, département du Gard, est comblée par un dépôt diluvien d'une assez grande solidité dans certains points, et renfermant des ossements d'hyènes, d'aurochs et de cerfs. On y a trouvé, à toutes les hauteurs, des fragments de poterie d'une argile séchée au soleil et des ossements humains. — A une demi-lieue de la caverne de Pondres, celle de Souvignargues contenait, dans un dépôt d'environ deux mètres d'épaisseur, plusieurs ossements humains, une omoplate, un humérus, un radius, un péroné, un sacrum et deux vertèbres, mêlés à des débris de cerfs, de bœufs, d'ours, etc., et dans le même état que ces derniers. Un crâne et d'autres ossements humains bien caractérisés, confondus avec des débris d'ours, de rats, d'oiseaux, etc., ont été trouvés dans la caverne d'Engis, à Engihoul, à soixante-dix mètres au-dessus du niveau de la Meuse. La caverne de Chokier contenait, parmi des restes d'ours et de rhinocéros, non-seulement des ossements humains, mais plusieurs objets d'industrie humaine, une aiguille faite en arête de poisson, un os taillé en pointe et portant d'autres traces de coupures, des silex taillés en flèches et en couteaux, et des os travaillés. — Longtemps avant ces découvertes des cavernes on avait signalé des osse-

ments humains dans les brèches osseuses de l'île Incoronata, sur la côte de Dalmatie, dans les fentes de Jadra, dans les brèches osseuses de la Dalmatie et de la Styrie; le professeur Germar a confirmé ces découvertes de Donati et de Spallanzani; il a de plus trouvé dans les mêmes lieux des fragments de verre grossier et de poterie. Les brèches osseuses de Kosbritz ont aussi offert des ossements humains mêlés à des os de cheval, de rhinocéros, etc. — Non-seulement les cavernes et les brèches osseuses, mais encore les terrains meubles du diluvium, ont montré aux observateurs des débris humains. Des ossements et des crânes humains se rapprochant des races africaines ont été trouvés dans les sables marneux de Baden, près de Vienne, avec des os d'ours et de rhinocéros. Près de Krems, dans l'archiduché d'Autriche, sur la rive gauche du Danube, on a signalé des crânes humains au milieu d'un dépôt coquillier, fort au-dessus des bords du fleuve. A deux reprises diverses, en 1823 et 1829, M. Boué a trouvé, dans un dépôt marneux du duché de Baden, à environ cent mètres au-dessus du Rhin, des ossements humains mêlés à des coquilles terrestres et fluviatiles et à des restes d'animaux en partie perdus. Les têtes trouvées sur les bords du Rhin et du Danube se rapprochent des têtes des Caraïbes et de celles des anciens habitants du Chili et du Pérou. — Ces faits sont tous européens; mais ni l'Asie ni l'Afrique n'ont encore été explorées, et c'est en Asie pourtant qu'on aurait droit de s'attendre à rencontrer plus de débris humains. Espérons que les observateurs dirigeront leurs recherches vers ces pays, et qu'un jour la confirmation pleine et entière du récit mosaïque en sortira. Les faits européens sont déjà bien suffisants pour réfuter les objections tirées de l'absence des fossiles humains dans les terrains diluviens. Si on en a trouvé, c'est une preuve qu'on doit espérer d'en trouver encore quand les recherches auront été faites sur une assez vaste échelle. Dans tous les cas, les faits présents suffisent bien pour montrer que loin d'infirmer nos traditions, la géologie tend au contraire à les confirmer à mesure que ses progrès augmentent.

Pour compléter ces données, il nous reste à exposer les hypothèses plus ou moins plausibles par lesquelles on a cherché à se rendre compte des causes physiques de l'inondation diluvienne. Nous ne parlerons point des théories anciennes qui supposaient que la croûte du globe recouvrait des abîmes d'eau, ou que la queue d'une comète aqueuse aurait inondé la terre, etc. L'hypothèse du déplacement des mers par l'action des vents n'est pas suffisante pour rendre compte d'un tel phénomène. L'attraction céleste et l'inclinaison de l'axe terrestre auparavant droit, offre une théorie plus satisfaisante, mais indémontrable. L'hypothèse du déplacement des eaux par l'affaisse-

ment des anciens continents, pourrait expliquer la plupart des phénomènes; mais concorderait-elle aussi bien avec l'état actuel du globe, cela n'est pas prouvé. L'hypothèse du déplacement des eaux, par suite du soulèvement de certaines parties de l'écorce du globe, offre bien aussi quelques difficultés; cependant comme elle a été mise en avant par nos adversaires les plus récents, nous allons l'étudier plus en détail, en suivant les idées de M. Élie de Beaumont, ce savant géologue, qui explique le déluge par cette théorie. Pour le moment, nous supposons la théorie des soulèvements suffisamment appuyée en raison, bien qu'elle soit sujette à de graves objections; mais comme nous ne faisons pas en ce moment de la géologie et que nous recueillons seulement les principales données, nous nous contenterons d'indiquer les conclusions de la théorie actuelle, qui, du reste, n'est nullement en opposition avec le récit du déluge mosaïque. Il paraît, dit-on, prouvé par la géognosie, que les terrains tritoniens qui se trouvent à six mille mètres de hauteur dans les Alpes se formaient sous la mer, à la même époque où les plaines de la Bresse et celles des environs de Paris étaient couvertes par des lacs d'eau douce, dont les rivages étaient ombragés par des forêts de palmiers, habités par une grande quantité d'animaux terrestres. Le soulèvement des Alpes orientales est, pour M. Élie de Beaumont, la dernière catastrophe qui a changé le relief de l'Europe et l'a laissée à peu près telle que nous la voyons aujourd'hui. Mais la vaste chaîne des Andes qui traverse toute la longueur de l'Amérique méridionale, dans la direction du Nord au Sud, qui est presque entièrement, composée de terrain trachytique, et qui présente encore une grande quantité de soupiraux volcaniques, « forme, dit M. de Beaumont, le trait le plus étendu, le plus tranché et pour ainsi dire le moins effacé de la configuration actuelle du globe terrestre. » D'où ce savant est porté à voir dans l'apparition de cette chaîne de montagnes la cause de cette terrible inondation, dont nos monuments historiques nous ont conservé le souvenir sous le nom de déluge; et on conçoit, en effet, ajoute M. d'Omalius d'Halloy, que le soulèvement d'une chaîne de montagnes aussi puissantes, a pu occasionner aux eaux de la mer une agitation suffisante pour qu'elles vinssent inonder les autres continents. Mais la théorie des soulèvements paraît à beaucoup de savants géologues, trop exclusive. Les plus haut placés dans la science, et M. de Beaumont est du nombre, inclinent bien plus à présenter ces phénomènes sous le nom de dislocations, qui réunit comme résultats d'une même cause, les abaissements et les soulèvements du sol, deux phénomènes qui seraient corrélatifs et simultanés. Tel nous semble être le fond de la théorie de M. de

Beaumont, d'accord en cela avec M. C. Prévost. Mais les observations ne nous paraissent pas encore assez nombreuses, assez étendues pour permettre une théorie complète qui systématise toutes les grandes chaînes de montagnes du globe ; espérons que de nouvelles recherches amèneront des résultats plus complets. Dans cet état de la science, et uniquement *à priori*, nous serait-il permis de supposer que deux dislocations simultanées, celles des Alpes et celle des Andes, l'une à l'ouest de l'Asie et l'autre à l'est, auraient précipité les mers sur tout le continent d'Asie, d'une partie de l'Afrique, de l'Europe et de l'Amérique. Mais une si grande secousse dans notre globe en aurait ramené une seconde très-rapprochée, qui aurait soulevé les grandes chaînes de l'Asie centrale, creusé le bassin de la plupart des mers actuelles, remis à sec une partie des continents antédiluviens, etc., etc. Ces trois grandes dislocations, que l'on peut supposer contemporaines, auraient donné à nos continents et à nos mers actuels leur conformation et leur position respective. Il suffit de jeter un coup d'œil sur les cartes géographiques, pour concevoir la possibilité de cette hypothèse, qui expliquerait assez bien, à notre avis, les causes physiques du déluge mosaïque. Encore un coup, ce n'est là qu'une hypothèse, plausible sans aucun doute, mais qui, comme toutes les autres, a besoin d'être contrôlée par une étude plus complète et plus générale.

Quoi qu'il en soit des théories de la géologie, cette science si problématique encore, il nous semble démontré que ses données sur tous les points, loin de combattre la tradition du déluge universel, lui sont, au contraire, favorables, et que certainement il n'y a aucun fait dans la science qui puisse ébranler ni même atteindre cette tradition de tous les peuples. Or, cela nous suffit, car le déluge, tel que toutes les traditions le représentent, n'a pas duré assez longtemps pour laisser à la surface du globe des traces indubitables aux recherches actuelles. Si la science arrive un jour à confirmer cette tradition d'une manière complète, tant mieux ; mais tant qu'il n'y aura que des hypothèses, quelque probables qu'elles soient, on pourra toujours leur en opposer d'aussi raisonnables. — Que penser maintenant de cette conclusion des objections précédentes : « La terre, ce vénérable témoin de toutes les révolutions qu'a éprou- » vées le genre humain depuis son origine, interrogée par nous sur » la réalité du déluge universel, nous répond donc, avec une *au-* » *torité absolue* et bien supérieure à celle de toutes les traditions » anciennes, que *jamais* un tel déluge n'a existé. » Nous avons suffisamment établi combien cette conclusion est contraire à tous les faits géologiques ; mais notre auteur continue : « Quel inconcevable

» dérangement dans l'ordre de la nature n'aurait-il pas, en effet, été » nécessaire d'imaginer pour rendre raison de la production d'un » tel phénomène? » (La géologie positive imagine le dérangement du soulèvement des montagnes, bien suffisant pour la production d'un tel phénomène, et on ne lui en demande pas compte.) « L'Océan au- » dessus du sommet des montagnes! » (Oui, au-dessus des montagnes *du vaste horizon,* dit le texte, et il pouvait bien en exister.) « Songe-t-on que pour arriver là, la profondeur moyenne de la mer » étant de mille mètres (ou plus, car où sont les observations assez générales pour prononcer définitivement sur cette moyenne), « il » faudrait verser sur la terre dix Océans égaux à l'Océan actuel? » La mer, d'après les calculs les plus authentiques, occupe plus des deux tiers du globe; un tiers des mers actuelles déplacé par une cause quelconque serait donc suffisant pour inonder toute la terre ferme: voilà les dix océans réduits à peine à la moitié de l'Océan actuel.) « Je conçois que, dans l'enfance de la cosmologie, cette difficulté » ait semblé peu embarrassante » (et qu'elle semble encore aujourd'hui peu embarrassante, comme nous venons de le voir), « et que » l'écrivain sacré l'ait résolue de bonne foi et sans inquiétude » (comme on la résout encore aujourd'hui de bonne foi et sans inquiétude) « en faisant appel aux grands réservoirs, sources intarissables des fleuves que l'on croyait suspendus dans l'espace au- » dessus de la voûte du ciel. » (Il est permis de se tromper dans la lecture et l'interprétation d'un texte, mais erreur n'est pas preuve): « *clausi sunt fontes abyssi et cataractæ cœli*; » (ce qui veut dire, nous l'avons prouvé: les eaux rentrèrent dans le bassin des mers et les pluies torrentielles cessèrent.) « Je conçois encore, vu l'état » où se trouvait alors la physique, qu'à l'aide d'un vent violent « *et* » *adduxit spiritum super terram,* » l'écrivain ait cru pouvoir sécher » la terre en quelques mois et se délivrer, sans plus de scrupule, de » toute cette eau. » (Que dans les phénomènes qui accompagnèrent le déluge, il se soit produit de grands vents, nul ne peut le révoquer en doute; que ces vents aient agi sur les eaux, c'est encore évident; qu'ils aient seuls séché la terre, personne ne l'a jamais dit; puisque Moïse dit, au contraire, que les soulèvements du bassin des mers cessèrent, ou l'équivalent dans sa langue; or, nous avons vu que les hypothèses géologiques étaient d'accord.) « Mais, s'écrie-t-on, je » mets au défi tous les géologues actuels, juifs, catholiques ou pro- » testants, de justifier sur ce point (qui n'est pas le leur, mais l'as- » sertion gratuite de l'adversaire) leur tradition, d'en offrir la moindre » explication raisonnable; bref, de montrer comment une masse d'eau » décuple de celle de l'Océan a pu faire tout d'un coup apparition sur

» la terre, et, ce qui n'est pas moins épineux, comment elle a pu en » sortir après y être arrivée. » (La masse d'eau décuple de l'Océan est de l'invention de l'adversaire, c'est à lui de la justifier (1); le reste est parfaitement d'accord avec les faits et les données de la science, nous l'avons prouvé; et, au nom de tous les géologues juifs, catholiques, protestants, nous renvoyons le défi à son auteur.) « La supposition la moins folle (dont nous n'avons pas besoin) est peut-être » celle du savant Wiston, qui pensait qu'une comète d'eau avait été » poussée par Dieu sur notre planète, et qu'après l'avoir peu à peu » enveloppée de manière à couvrir ses plus hautes montagnes, cet » océan vagabond, abandonnant l'arche sur l'Ararat, avait poursuivi » sa route dans le ciel. Mais pourquoi tant de malheureux efforts » pour soutenir une tradition que la critique est maintenant en droit » de juger sans scandale » (toutefois en accusant tout le genre humain d'erreur, et en jetant à la face de la science l'accusation de rêves absurdes); « et que des observations *positives* condamnent » pleinement? » Toutes ces observations *positives*, au contraire, tendent à la confirmer.) « La seule ressource que les clartés qui illu- » minent à présent cette question, laissent en désespoir de cause » aux croyants invincibles, est de prétendre, comme l'insinue à » propos des terrains diluviens M. Cuvier, que la terre primitive, » avec ses monuments et les ossements des hommes qui l'habitaient, » est vraisemblablement enfouie loin de nos regards dans les abîmes » de la mer. »

Nous croyons avoir prouvé que nous avions d'autres ressources que l'hypothèse de M. Cuvier, d'ailleurs très-plausible, et probable du moins en partie. Mais nous rendrions de grandes actions de grâces à l'esprit éminent qui ferait briller à nos yeux *les clartés qui illuminent à présent cette question*, dans laquelle toute la science s'accorde, au contraire, à proclamer bien haut qu'elle n'y entrevoit pas grand'chose. » Ou bien, continue l'adversaire » (bien aise de donner son coup d'épingle en passant à un homme respectable), « qu'il » n'a pas plu à la divine Providence de permettre au déluge de dé- » poser les traces de son passage sur la terre, comme M. le cha- » noine Zamboni, chambellan du Pape et secrétaire de l'Académie de » la religion, qui, dans un ouvrage contre l'impiété des géologues, » publié à Rome en 1821, affirme que Dieu, en créant la terre, a » mis dès le premier jour à sa surface toutes les marques d'anti- » quité qu'elle porte et tous les ossements fossiles qu'elle renferme. »

(1) De Lamétherie dit que toute la masse des eaux des mers *actuelles* répandue sur la surface du globe y formerait une couche de 700 à 800 pieds (*Théorie de la terre*, t. V, p. 220).

Certainement nous n'admettons pas l'opinion du chanoine Zamboni sur les fossiles; mais, en définitive, qu'a-t-elle de ridicule en partant du point de vue de la puissance du Créateur, qui a tout fait pour l'homme? Nous ne le voyons pas; et M. de Châteaubriand, ce génie qui a si sublimement saisi les harmonies de ce monde, ne l'a pas vu non plus, puisqu'il pense comme le chanoine Zamboni. Il est un certain bon ton qui commande de respecter des opinions qui ne sont pas les nôtres, fussent-elles encore plus faibles en preuves.

VI[e] *objection.* — La nature du genre humain, sa dignité, la nature de Dieu, sa sainteté, etc., prouvent la fausseté, l'absurdité et l'impiété de la tradition du déluge universel. — Nous avons répondu à toutes les objections tirées des sciences physiques mal interprétées, nous passons avec nos adversaires aux objections empruntées aux sciences morales, tout aussi mal comprises. « Mais, dit-on, le désordre ma-
» tériel introduit par le déluge dans notre monde n'est rien, si je puis
» ainsi dire, quand on le compare au désordre moral qui en résulte et
» pour toujours. (On avait vu jusqu'ici qu'il devait en résulter un bien moral, en rappelant sans cesse aux hommes la justice de Dieu ven-
» geresse de leurs crimes.) « Le genre humain faillir et appeler sur sa
» tête, comme un vil criminel, l'extermination ! (Pourquoi pas) ? A côté
» d'un tel bouleversement, celui de l'Océan gagnant le sommet des
» montagnes me semble en vérité peu de chose ! Où y a-t-il sous le
» ciel quelque chose qui soit solide, si le genre humain ne l'est pas !
» Que devient cette auguste puissance du consentement universel, si
» les hommes, dans leur ensemble, sont soumis à l'erreur et au crime
» comme dans leur isolement ? Qui peut nous répondre que cette ma-
» jestueuse compagnie, dont le sentiment général nous inspire et nous
» guide ; dont la voix, sur les points où elle se fait entendre, nous
» semble une voix de Dieu, de concert avec laquelle nous nous effor-
» çons constamment de vivre et de travailler, ne soit pas en ce mo-
» ment même, dans ses actes et dans ses pensées, frappée de ce ver-
» tige qui précéda le déluge? » — Le genre humain est infaillible dans son ensemble, sa voix est la voix de Dieu, soit. Mais voici que le genre humain, dans son ensemble, affirme le déluge universel, et l'affirme comme un fait de la plus haute moralité, et on l'accuse d'imposture ; comment donc est-il infaillible? qu'on s'accorde avec soi-même. Nous accordons, nous aussi, une grande autorité à la voix du genre humain, peut-être plus grande que nos adversaires ; mais nous savons aussi, de concert avec lui, reconnaître ses faiblesses, ses égarements et même ses crimes. L'humanité est créée comme tout ce qui l'entoure ; elle a commencé, elle doit finir. Déjà un assez grand nombre d'être créés ont fini sur la terre, la paléontologie le prouve ; c'est

donc déjà le commencement de la fin. D'un autre côté l'histoire, à chacune de ses pages, nous montre des nations et des peuples qui ne sont plus, de grandes familles humaines qui ont disparu, et à côté de leur mort l'histoire nous en montre les causes dans leurs crimes et leur corruption, sources certaines de leur décadence. Les détails seraient inutiles, tout le monde connaît la corruption finale et mortelle des empires de Babylone, des Perses, des Grecs, des Romains, etc. Les faits historiques prouvent donc que le genre humain peut faillir et appeler sur sa tête, comme un vil criminel, l'extermination ! Et ce n'est point là un bouleversement, mais au contraire l'ordre moral, et la loi de conservation de l'humanité dans ses voies les plus saintes. Les nations pèchent comme les individus, c'est un fait, ou bien il faut appeler saintes les horreurs les plus monstrueuses. La justice de Dieu est souveraine et doit s'étendre aux nations comme aux individus ; qu'y a-t-il de plus raisonnable, de plus logique, de plus hautement proclamé par la voix du genre humain tout entier ? La différence est que chaque individu est responsable pour lui-même, tandis que les nations sont solidaires et qu'elles doivent par conséquent expier en ce monde leurs forfaits ; car, après cette vie il n'y a plus de nations. Rejeter ces vérités, c'est consacrer tous les crimes, toutes les corruptions comme choses saintes et fatales, et arriver logiquement à l'abjection la plus humiliante et à la destruction finale et complète de cette *majestueuse compagnie ;* c'est remplacer par une fatalité aveugle la justice providentielle de Dieu qui châtie pour purifier, qui purifie pour perfectionner et conserver, qui enseigne et soutient les nations chancelantes, instruit et encourage celles qui sont dans la voie droite par l'extermination des nations coupables qui ne remplissent plus leurs destinées et qui arrêtent la marche progressive de l'humanité. Cela n'empêche pas *l'auguste puissance du consentement universel ;* au contraire, cette divine action de Dieu sur les peuples la fortifie et la sanctionne. Ce consentement universel que l'on comprend mal, en l'isolant de son point d'appui, l'autorité divine et l'action incessante de Dieu sur les peuples, qui demeurent pourtant libres, proclame de siècle en siècle la doctrine que nous venons de rappeler ; il la proclame par le culte public et particulier des nations, par leurs mœurs et leurs croyances, par leurs monuments et leur histoire. Mais il crie dans le désert quand il ne parle pas suivant les pensées et les inclinations des individus, qui ne le consultent que pour mépriser et calomnier sa sentence.

Le sentiment universel de tous les peuples enseigne que le genre humain avait corrompu toutes ses voies ; que le débordement du crime menaçait de détruire l'humanité, et qu'alors Dieu, dans sa

justice providentielle, arrêta le cours du crime et ramena l'humanité dans les voies du bien, en conservant quelques germes purs et en exterminant les pervers qui auraient fini par tout corrompre. Voilà le côté moral du déluge ; quel plus grand et quel plus salutaire enseignement pouvait être donné à l'humanité et proclamé par *l'auguste puissance de son consentement universel ?* Pourquoi donc ne pas respecter sa voix? Nous laissons à répondre. — « Et pour en venir à » Dieu lui-même, continue-t-on, quel jouet est-ce donc que l'univers » sous sa puissante main, si l'incorruptible principe qui assure l'exis- » tence et la droiture des choses a été omis dans notre création ? » (Dieu n'a rien omis dans notre création, seulement il nous a faits libres, finis et bornés, parce qu'il n'était pas en son pouvoir de nous faire ses *égaux ;* il s'est réservé le *principe qui assure l'existence et la droiture des choses,* tant que cela sera nécessaire à son grand et magnifique but.) « Quelle foi pouvons-nous raisonnablement avoir dans » sa sagesse, s'il se voit forcé d'anéantir le lendemain ce qu'il a » fait la veille? » (Il n'anéantit pas; il conserve et perfectionne.) « Quelle foi dans son amour, si, comme le disent les Juifs, il est assez » indifférent à notre sort pour laisser le genre humain courir vers » l'abîme sans daigner le retenir ? » (Il l'a retenu et empêché de courir vers l'abîme de sa destruction complète par une corruption universelle, le déluge est une preuve de son amour en même temps que de sa justice envers l'humanité, qu'il a daigné purifier, ramener au bien et au but pour lequel il l'avait créée ; but qui est de connaître Dieu et de le servir *librement.*) « La sainteté du Créateur n'est donc pas » moins offensée (donc n'est pas le mot) par cette fable (qui n'est pas » une fable), que celle du genre humain ; et la géologie, en la rejetant » (elle ne la rejette pas, mais elle en appuie autant qu'elle peut la » vérité), ne fait que prêter main-forte à la religion. » A quelle religion, s'il vous plaît ? A celle qui ne veut pas que Dieu soit juste, que le crime soit puni, que l'humanité ne se détruise pas elle-même par ses crimes ; mais c'est-là tout le contraire de ce qu'on avait entendu jusqu'ici par religion. Nous croyons, avec tous les peuples, que la réalité du déluge prouve la sainteté de Dieu, celle que le genre humain doit pratiquer, et que Dieu l'estime assez pour l'y rappeler. « Je sais, » s'écrie-t-on, que ce déluge est un des grands enseignements du » dogme catholique, et que la chaire chrétienne en a souvent (et avec » raison) invoqué le souvenir, pour convaincre les hommes de la » vanité de leurs établissements (de la justice de Dieu, de la néces- » sité de vivre dans la sainteté et l'innocence), et leur montrer, dans » la figure du patriarche Noé, la figure de la papauté, liaison soli- » taire de la terre avec Dieu, au milieu de l'égarement général des

» peuples. » Il est bien vrai que des interprètes ont vu dans l'arche une figure de l'Église; mais ce n'est point un article de foi ; bien que ce sentiment soit pieux et respectable, le dogme de l'Église et de l'autorité du vicaire de Jésus-Christ n'est point appuyé sur le déluge, ni sur Noé, ni sur l'arche; il a bien d'autres preuves que nous devons omettre afin de ne pas tout embrouiller en relevant tous les coups perdus pour la question qui nous occupe. « Mais ce prétendu déluge n'est qu'une fable (nous avons prouvé le contraire) et fût-il vrai (comme il l'est), pour oser dire, » en se prévalant de cet exemple (il y en a bien d'autres, l'his- » toire en est pleine), que le genre humain en masse a pu faillir, il » faudrait oser dire en même temps, comme le Juif, affreuse *impiété* » pour une théologie savante! (*ignorante!* veut-on dire), *et Deum* » *pœnituit;* » en bonne traduction : *Dieu, outragé des péchés des hommes, les punit.* Quelle affreuse impiété! punir le crime, venger la sainteté outragée, conserver son œuvre intacte et pure! Nous n'insistons pas davantage sur d'aussi pauvres objections, et nous passons à la septième.

VII[e] *objection.* — Le déluge mosaïque n'a été que partiel et d'une très-petite étendue. Les peuples de l'Égypte, de l'Inde et de la Chine sont restés pour être la source de tous les progrès de l'esprit humain et les maîtres des débris des tribus de l'Euphrate et des peuples de la Grèce, qui purent échapper à ce déluge. — « Ne nions *donc* pas le dé- » luge de Noé (logiquement, d'après vos prémisses, vous devez le nier, » c'est une fable), appuyé sur tant de preuves positives (où sont-elles) » et de toute nature, nions avec une pleine certitude qu'il ait été uni- » versel. » Entendons-nous sur ce mot universel. Entend-on par *universel* que les eaux aient enveloppé à la fois toute la terre; que tous les êtres vivants, depuis l'éponge, les rayonnés, les mollusques, les articulés, les poissons, les reptiles, les oiseaux, les mammifères, jusqu'à l'homme, ont péri? Si c'est là tout ce qu'on entend, on est seul de son avis. Moïse et la tradition disent simplement que les eaux couvrirent les plus hautes montagnes du vaste horizon de la partie du globe habitée par l'homme, et que tous les hommes, les oiseaux et les animaux terrestres les plus rapprochés de l'homme périrent, à l'exception de ceux conservés dans l'arche. Voilà le déluge universel de la tradition; mais ce n'est pas celui de l'objection, puisqu'il fallait dix Océans comme l'Océan actuel; qu'on nie donc tant qu'on voudra que le déluge de dix Océans, etc., ait été universel, nous sommes très-disposés à accorder qu'il n'a jamais eu lieu. Mais revenons à ce que l'on dit du déluge prétendu partiel de Noé. — « Quelles ont été et son » étendue et le nombre de ses victimes ? Jusqu'à présent aucune

observation ne nous l'a fait connaître. » (Un grand nombre d'observations géologiques, la vaste étendue du terrain diluvien, les blocs erratiques, les milliers d'animaux du diluvium, etc., tendent à nous faire connaître son immense étendue, qui nous est prouvée par la tradition de la *majestueuse puissance du consentement universel* de tous les peuples.) « Mais ce n'est point là l'important : la seule chose » essentielle, et nous en sommes aujourd'hui hautement assurés, » c'est que ce déluge n'a été dans l'histoire du monde qu'un acci- » dent. » (Accident assez frappant pour qu'il ait laissé des traces très-profondes dans toutes les histoires et les annales de tous les peuples.) « Qu'il se soit même étendu hors des limites de la Chaldée ; que » les divers déluges dont la Grèce effrayée a conservé la mémoire, » et dont l'époque ne saurait être fixée avec exactitude, soient, comme » l'ont voulu les *âpres* (*âpres* est une insulte, mais non une raison), » partisans de la tradition hébraïque, des déluges contemporains de » celui de Noé, cela n'est rien (ce serait beaucoup, car ils ressemble- » raient passablement à un seul et même déluge); et cela fût-il » démontré, le fond de la question n'en serait pas même effleuré » (cela commencerait cependant à prouver quelque chose). Suppo- » sons, en effet, que dans un fort ébranlement du Caucase, un masse » d'eau, déplacée par une cause quelconque, soit versée sur la vallée » de l'Euphrate, voilà le déluge de Noé ; que du même coup, une par- » tie du bassin de l'Archipel s'affaisse, voilà le déluge de Samothrace; » enfin, qu'un flot soulevé par cette même secousse balaie le littoral » de la Grèce, voilà le déluge d'Ogygès. » (Ce sont ici des hypothèses qui peuvent être plausibles ; nous ne les repoussons point : elles sont d'ailleurs plus favorables au déluge mosaïque qu'elles ne lui sont contraires, mais elles ne peuvent en être une preuve.) « Ce déluge » a pu, sans dommage durable, disperser les tribus établies sur » l'Euphrate, renverser les États naissants de la Grèce ; il suffit à la » cause immortelle du genre humain, qu'accompagnée de l'Inde et » de la Chine, destinées à faire plus tard leurs leçons au monde, la » vieille Égypte soit toujours debout ; bientôt les débris des tribus de » l'Euphrate viendront à son école, en la personne de la race juive, » s'instruire et se faire nation, et c'est d'elle aussi que partiront ces » sublimes rayons qui, ramenant la vie sur le sol de la Grèce, en fe- » ront plus tard le foyer de la philosophie. »

Les recherches consciencieuses de la critique moderne ne permettent plus de croire à la haute antiquité des Chinois, des Indiens, ni même des Égyptiens. La chronologie de ces peuples, toute couverte de ténèbres qu'elle soit, est désormais convaincue d'erreurs graves, et la date certaine de l'existence de ces peuples ne remonte point

au-delà de l'époque assignée par Moïse, comme nous le verrons bientôt; nous examinerons aussi si ces peuples ont pu être les maîtres de la race juive et des Grecs. Pour le moment nous nous contentons d'une simple réflexion : les Chinois, les Indiens et les Égyptiens croient à un déluge universel, dont la date se rapproche beaucoup de celle du déluge de Noé. Cela étant, quelle nation a pu servir de maître aux débris de chacun de ces peuples ? C'est une question importante à résoudre; car enfin s'il faut les en croire pour le reste, on doit aussi les croire quand ils affirment leur déluge; et, s'il a eu lieu, comment leurs sciences, leur philosophie et leurs arts ont-ils pu être assez avancés pour que ces peuples devinssent les précepteurs des Juifs et des Grecs ? Tout cela n'est pas de la plus haute évidence.

« Mais, continue notre auteur sans plus d'inquiétude, cette simultanéité des déluges, si différente de l'universalité du déluge (mal » comprise oui ; mais comprise comme Moïse et la tradition la présentent, c'est une autre question) n'a pas même la vraisemblance en » sa faveur (il faudrait le prouver). Toutes les données chronologiques » contenues dans les traditions des premiers temps s'accordent, comme » l'a savamment établi M. Letronne, à prouver que ces diverses inondations se sont produites l'une à la suite de l'autre, et que, par conséquent (ce n'est pas M. Letronne qui tire cette conséquence) l'antiquité, selon toute apparence, n'a jamais éprouvé d'accident de ce » genre d'une étendue prodigieusement supérieure à ceux dont les » temps plus modernes nous ont conservé la mémoire. »

Nous avons assurément la plus grande confiance dans les recherches de M. Letronne, parce que nous savons toute la conscience et toute la perspicacité qu'il apporte dans ses travaux. Qu'il ait établi qu'il y avait eu plusieurs déluges partiels et successifs, dont la mémoire a été conservée par les anciens peuples, cela ne nous étonne pas, et nous nous rangeons facilement de son avis. Mais M. Letronne, à notre grand regret, ne s'est point occupé spécialement, du moins à notre connaissance, de la question du déluge mosaïque ; nous désirerions bien qu'il le fît, parce que nous sommes sûrs qu'il jetterait un grand jour sur cette question, comme sur toutes celles qu'il a traitées. Les services qu'il a rendus à la science, en terrassant des préjugés puissants, nous font espérer que, si un jour il aborde directement la tradition générale du déluge, il arrivera à des conséquences qui ne sont pas celles qu'on lui prête gratuitement. Nous n'avons donc point à discuter ces conséquences pour le moment.

VIIIe *objection*. — Le Christianisme, en acceptant des Juifs l'erreur d'un déluge universel, et en plaçant toute l'humanité antique dans

la descendance de Noé, se détache de la solidarité universelle de l'humanité qui est sainte et impeccable? — Nous avons déjà en partie répondu à cette objection; nous ne ferons ici qu'en parcourir rapidement les détails afin de ne rien laisser après nous. « Toutefois, dit-on, en concluant, comme nous le faisons, par une » négation formelle du déluge universel, négation (gratuite) appuyée » sur le sentiment religieux (qu'elle détruit en le comprenant mal), » aussi bien que sur l'expérience (qui affirme le contraire), nous de- » vons peut-être à la justice comme à l'humanité elle-même, de faire » remarquer qu'en adoptant, sur la foi du peuple juif (confirmée par » la tradition de tous les peuples), la croyance du déluge universel, la » chrétienté n'est cependant pas tombée, en ce qui lui est propre, » dans une erreur fondamentalement (ni même accessoirement) » absurde. Cette erreur (qui n'en est pas une), si je puis ainsi dire, » devient même une sorte de vérité, en raison de l'attachement » exclusif que le Christianisme, dans la considération des temps pas- » sés, a voué (et pour de bonnes raisons, puisque le Christianisme est » enté sur le judaïsme) à la tige hébraïque. De même que les Juifs, dans » leur orgueilleux isolement, pouvaient s'écrier par la voix de leur prophète : « Périsse Jérusalem, périt le monde ; » (nous ignorons quel prophète a dit cela et nous sommes très-portés à croire que c'est une traduction libre. De même leurs héritiers testamentaires ont pu dire à leur tour : « Périsse l'éminente nation qui avait vu naître » les patriarches, périt le monde. » (Jamais le Christianisme n'a pensé ni parlé de la sorte). « Ce qui était l'univers pour Noé, dans le cercle » étroit de ses relations avec ses contemporains, est également de- » meuré l'univers pour les chrétiens dans le cercle étroit de leurs re- » lations avec l'antiquité. » Pour Noé comme pour les chrétiens, l'univers, c'est l'humanité tout entière, le Dieu de Noé et des chrétiens est le Dieu de tous les peuples, et il l'a prouvé.

« Et même ne devrait-on pas dire qu'aux yeux des chrétiens, vu » leur mépris de la sagesse humaine (de la fausse sagesse), le dé- » luge universel, loin de détruire le monde, n'aurait fait que le net- » toyer de ses impuretés, et que l'arche portant Noé et la tradition » patriarcale, était le monde lui-même et surnageait. » Cette bénigne interprétation n'a pour but que de nous donner le change, en essayant de nous enlever adroitement la vraie et solide réponse que nous avons déjà faite en prouvant que le déluge était envoyé pour la conservation de l'humanité dans ses vraies voies. « Un nouveau déluge, ajoute-t- » on, se serait produit dans les plus beaux temps de l'antiquité, et » aurait effacé de la terre, en engloutissant à jamais les monuments de » leur esprit, l'Égypte, l'Inde, la Grèce, Rome, tous les peuples, hormis

» le peuple juif, que l'humanité antique, telle que l'entendent et l'ho-
» norent les chrétiens, en aurait à peine reçu atteinte. » (Le Christianisme a si bien compris l'humanité que partout il a volé à son secours par ses missionnaires, et que c'est à lui que nous devons tout ce qui s'est conservé des monuments de l'esprit des peuples divers.) « L'hu-
» manité antérieure à Jésus n'est-elle pas tout entière pour eux dans
» leur ancien Testament ? (Les traditions pures, oui, mais l'humanité
» entière, non). De même l'humanité antérieure au déluge de Noé est
» tout entière pour eux dans la tradition particulière de ce chef de
» famille (c'est toujours la même erreur), et, soit que l'inondation n'ait
» porté que sur le voisinage de Noé, soit que toute la terre l'ait ressen-
» tie, cette différence pour le Christianisme, détaché comme il l'est de
» la solidarité universelle (que seul il embrasse pleine et entière),
» n'est qu'un point véritablement secondaire. Ce point n'est pas se-
» condaire pour nous, il est fondamental, et c'est pourquoi nous
» avons pris à tâche de démontrer que cette tradition est sans valeur. »
Ce point est tout aussi capital pour nous, et c'est pourquoi nous avons pris à tâche de démontrer que cette tradition est de la plus haute valeur, comme vont nous le prouver les traditions de tous les peuples, car nous ne nous arrêterons pas davantage à cette dernière objection qu'il suffit d'indiquer pour qu'elle se réfute d'elle-même ; d'ailleurs elle ne tient que de fort loin au déluge auquel nous avons hâte de passer. — Nous avons jusqu'ici montré toute la logique, tout le positif et la raison du récit de Moïse ; nous avons exposé la précision de son texte en prouvant la possibilité de l'événement du déluge ; nous avons reconnu que les circonstances accessoires pas plus que le fond n'offraient aucun des caractères de la poésie ou de la fable, mais que tout au contraire paraissait probable. Nous avons vu qu'il a été très-possible à Noé ou à ses descendants de constater l'universalité du déluge ; que cette tradition a pu et dû arriver intacte et complète à Moïse. Nous avons démontré que c'est à l'histoire et non à la géologie qu'il appartient de donner des preuves directes du déluge ; que du reste la géologie, en ce qu'elle peut dire, est plutôt favorable à la tradition du déluge qu'elle ne lui est contraire. Nous nous sommes convaincus que la tradition du déluge était de la plus haute conformité avec la nature et les besoins moraux de l'humanité, avec la nature de Dieu, sa sainteté, sa sagesse et sa bonté. Nous avons expliqué comment il faut entendre l'universalité du déluge, qui dès-lors est un événement très-possible à concevoir comme à réaliser. Enfin, nous avons rappelé que le Christianisme, quoi qu'on en dise, ne se sépare point de la solidarité universelle de l'humanité, que seul il comprend, pas plus en acceptant la tradition du déluge que toute autre tradition

du peuple juif. — Nous avons ainsi répondu à toutes les objections sans sortir du terrain sur lequel nos adversaires se sont placés par leur choix. Libres maintenant de toute entrave, nous allons démontrer la certitude du déluge universel, entendu comme l'écrivain sacré l'a raconté. C'est à l'histoire et à la tradition des peuples que la critique doit s'adresser pour découvrir la vérité sur cet événement; la géologie n'y peut encore rien, et d'ailleurs il a duré trop peu de temps pour avoir laissé des traces faciles à saisir par l'observation.

Preuves du déluge universel. — Un grand fait est demeuré dans la mémoire de tous les peuples, avec les mêmes circonstances fondamentales pour tous. Tous ont regardé le déluge comme un châtiment infligé à l'humanité coupable; tous ont vu que le genre humain avait péri à l'exception d'un petit nombre de personnes privilégiées destinées à repeupler la terre. Cette tradition a passé dans l'histoire, dans le culte, dans les monuments des différents peuples. Pour nier une tradition si unanime, il faut nier l'histoire entière. Vainement objecterait-on l'ignorance des temps anciens; elle ne peut aller jusqu'à croire qu'un événement si important, duquel tous les peuples datent leur origine, serait arrivé, lorsqu'il n'aurait pas eu lieu. Freret, Bailly, Boulanger et plusieurs autres ont prouvé qu'il n'y a pas de fait plus universellement convenu, plus universellement représenté dans tous les mythes religieux, que le grand cataclysme du déluge. Dans un mémoire intitulé : *Déluge et inondation*, Klaproth s'attache à montrer que le souvenir d'une grande inondation, qui a détruit autrefois la plus grande partie du genre humain, s'est conservé chez tous les anciens peuples, avec des circonstances qui prouvent que tous ont entendu parler d'un même événement physique et non de plusieurs révolutions semblables survenues en différents endroits à des époques diverses. Le temps surtout, auquel les traditions asiatiques rapportent le grand cataclysme, lui paraît coïncider d'une manière frappante chez plusieurs peuples orientaux. Le déluge de Noé, suivant le texte samaritain, eut lieu l'an 3044 avant Jésus-Christ; le déluge indien en l'an 3101; le déluge chinois l'an 3082. Le terme moyen entre ces nombres est 3076, nombre d'années qui, suivant Klaproth, a séparé le grand déluge de la naissance de Jésus-Christ.

Chaldéens. — Le prêtre chaldéen Bérose, qui a compilé, dit-il, les monuments les plus authentiques de sa nation, donne une histoire du déluge qui semble calquée sur le récit de Moïse. Xisuthrus se sauve dans une barque de l'inondation générale; or, ce Xisuthrus a été précédé de dix générations depuis Adam, le premier homme, nombre précisément le même que celui des patriarches antédiluviens.

L'arche a été célèbre de tout temps en Orient, particulièrement dans les contrées où Noé et ses enfants ont commencé à s'établir : dans l'Arménie, la Mésopotamie, la Syrie et la Chaldée. (*Alexand. Polyhist. ex Beroso, apud Syncel.* p. 30, 31, *et apud Joseph. Antiquit. l.* 1, *c.* 3.) Hiérôme, égyptien, qui a écrit des antiquités phéniciennes; Mnazéas, Nicolas de Damas (96e liv. de son hist.) et plusieurs autres en ont parlé (*Apud Joseph. Antiq. l.* 1, *c.* 3). Abydène a fait mention de l'arche, de l'Arménie où elle s'arrêta, etc. (*Apud Euseb. Præp. Evang*, *l.* 9, *c.* 12, *Syncel. chrono.*, p. 38, 39, *ed. Paris.*)

Égyptiens. — L'historien égyptien Manéthon dit que « son histoire » d'Égypte a été composée sur les mémoires gravés par le premier » Mercure sur des colonnes *avant le déluge ;* » les Égyptiens disent encore que le même Mercure avait gravé les principes des sciences sur des colonnes qui purent résister au déluge (*Syncel.* p. 40). Ainsi le déluge était un fait si universellement admis qu'ils ne le mettent même pas en question. On trouve d'ailleurs dans leur mythe d'Osiris et de Typhon, plusieurs traits remarquables relatifs à cet événement. (*Plut., de Isid. et Osirid.*) Ils disent même qu'Osiris avait été contraint par Typhon de se renfermer dans l'arche le dix-septième jour du second mois, le même jour du même mois qu'assigne Moïse pour l'entrée de Noé dans l'arche. La nouveauté dont fut suivi le déluge, l'entier changement du labourage, etc., ont été conservés dans les fêtes publiques de presque tous les peuples. Les Égyptiens et la plupart des orientaux avaient une allégorie ou une peinture des suites du déluge qui devint célèbre et qu'on retrouve partout. Elle représentait le monstre aquatique tué et Osiris ressuscité. Mais il sortait de la terre des figures hideuses qui entreprenaient de le détrôner. C'étaient des géants monstrueux dont l'un avait plusieurs bras ; l'autre arrachait les plus grands chênes; un autre tenait dans ses mains un quartier de montagne, et le lançait contre le ciel. On les distinguait tous par des entreprises singulières et par des noms effrayants. Les plus connus de tous étaient Briareus, Othus, Éphialtès, Encelade, Mimas, Porphyrion et Ronach ou Rœchus. Osiris reprenait le dessus, et Horus, son fils bien-aimé, après avoir été rudement maltraité par Rœchus, se délivrait heureusement de ses poursuites. Pour montrer que ce tableau est historique, et que tous les personnages qui le composent sont autant de symboles ou de caractères significatifs qui expriment les désordres qui ont suivi le déluge, les peines des premiers hommes et en particulier l'état malheureux du labourage en Égypte, il suffira de traduire ici les noms particuliers qu'on a donnés à chacun de ces géants. Briareus signifie *la perte de la sérénité ;* Othus, *la diversité des saisons* ; Ephialtès, *les grands amas de nuées* aupara-

vant inconnues; Encelade, *les ravages des grandes eaux débordées;* Porphyrion, *les tremblements de terre* ou *la fracture des terres* qui crevasse les plaines et renverse les montagnes; Mimas *les grandes pluies;* et Rœchus *le vent*. Comment se pourrait-il faire que tous ces noms conspirassent par hasard à exprimer les météores qui ont suivi le déluge, si ce n'avait été là l'intention et le premier sens de cette allégorie? Par là les fables disparaissent et on trouve dans ce récit une peinture vive des phénomènes qui ont dû paraître autant de nouveautés fâcheuses aux enfants de Noé. Ces allégories sont passées dans la mythologie grecque et romaine. Chez presque tous les peuples on célébrait la fête des Représentations; cette fête était un souvenir de l'état heureux de la terre avant le déluge, des malheureux changements et de la désolation qui avaient suivi cet événement. On donnait alors différents noms en différents pays tant à la figure de la terre qu'à la figure du travail. Mais on retrouve dans tous ces noms les mêmes intentions et les mêmes rapports. L'Isis, surnommée Némésis, signifiait fort simplement la terre *sauvée des eaux*, Sémélé voulait dire *la représentation* de l'ancien état; et Mnémosine n'est que la traduction du même mot en langue grecque. L'Isis, figure de la terre changée par le déluge, se nommait encore Cérès, Thémis et Adrastée, etc. (On peut consulter sur ce point intéressant la savante histoire du ciel de Pluche.) — Il serait facile de réunir bien d'autres témoignages tirés du culte et des monuments des divers peuples, et qui tous rappellent l'événement d'un même cataclysme, qui avait changé la face de la terre et l'état de l'humanité. D'où pouvait venir une tradition si universelle, si profondément empreinte dans la religion et les usages des peuples, si elle ne sortait de leur commune origine?

Grecs et Romains. — Les circonstances des déluges des Grecs ont des rapports trop évidents avec celui de Moïse pour ne pas tenir à la même tradition. Plusieurs déluges partiels ont pu ravager plusieurs parties de la Grèce, mais le récit de ces déluges est enrichi de circonstances qui ont certainement leur origine dans la tradition du déluge universel. Une sage critique ne peut être satisfaite de la négation de ces circonstances, comme fabuleuses, mais elle doit en chercher l'explication dans une source ou dans une autre; or, elle ne trouvera cette explication que dans la tradition du déluge commun à tous les peuples. La narration du déluge, dans le premier livre des Métamorphoses d'Ovide, se rapporte toujours à la même tradition. Du reste, ces écrits, comparativement modernes, nous importent peu, si ce n'est comme confirmation de la croyance générale.

Perses. — En Perse, ceux qui passent pour suivre l'ancienne doc-

trine, reconaissent une inondation universelle, qui fit périr tout le genre humain, à l'exception d'un très-petit nombre de personnes, et qui fut envoyée en punition des crimes des hommes.

Inde. — Les Brahmes prétendent que les quatre âges du monde, et en particulier le quatrième, dans lequel nous sommes, sont séparés par des cataclysmes, et le dernier déluge aurait eu lieu vers l'an 3100 avant notre ère. On trouve dans le huitième livre du *Baga-Vedam,* plusieurs détails concernant le déluge, qui sont conformes à ceux de l'Écriture; d'autres sont rapportés en plus grand nombre dans le *Matcham*, un des dix-huit pouranas, qui renferment, selon les Indiens, la doctrine enseignée par Wichnou aux huit personnes qui échappèrent au désastre universel. Il est aussi question du déluge dans l'*Ezour-Vedam*. Enfin, l'histoire du déluge dans le *Maabaratah* est d'une similitude frappante avec la narration de Moïse.

Chine. — Les Chinois ont aussi leur *Peyroun,* mortel aimé des dieux, qui se sauva dans une barque de l'inondation générale. Le premier chapitre du Chou-King parle du déluge; et, suivant les Chinois, à Fohi, leur fondateur, succéda une impératrice, *Nou-oua* (corruption du nom de *Noé*), sous laquelle il y eut un déluge.

Peuples du Nord. — La barque conservatrice du genre humain se retrouve encore au nord de la terre et dans l'Edda. — Les déluges mexicains ressemblent singulièrement à celui de Moïse et de tous les peuples anciens. La barque, un petit nombre de mortels sauvés, des oiseaux qui jouent le même rôle que les oiseaux de la Bible, y sont mentionnés. — Nous n'en finirions pas s'il fallait rapporter toutes les traditions des peuples divers sur le déluge. Ce que nous avons rappelé suffit pour prouver l'universalité d'une seule et même tradition. Le déluge est donc un fait historique admis par tous les peuples les plus anciens, comme par ceux qui paraissent plus récemment établis sur le sol. Tous ont admis qu'il avait anéanti le genre humain sauf un petit nombre de personnes; qu'il avait dérangé l'état antérieur, soit de la terre, soit des hommes dont la vie devint plus courte et les travaux et les luttes plus pénibles. Cependant, « l'idée d'une destruction générale n'est point naturelle, elle ne peut naître dans l'esprit humain qu'à la suite d'une grande calamité (Bailly, 3e lettre à Voltaire). » Or, ce déluge étant une tradition identique chez tous les peuples, pour le fond comme pour les détails principaux, est nécessairement le même pour tous; il ne s'agit plus que de fixer son époque pour avoir une dernière confirmation. — Nous avons déjà vu que les dates du déluge chinois, indien et biblique, étaient, à quelques années près, les mêmes; la chronologie des Chaldéens ne remonte pas à plus de 2,237 ans avant Jésus-Christ; celle des

Égyptiens à plus de 2,200; celle des Perses à 1,769. Nous parlons ici de la chronologie positive et non point des fables, que personne n'admet plus. — L'histoire des progrès de l'esprit humain dans toutes les branches des connaissances humaines démontre à tout esprit dégagé de préjugés que c'est en Chaldée qu'il faut chercher les premiers germes de ces progrès, et qu'à la Grèce revient l'honneur d'avoir surtout formulé les sciences positives; que l'Inde et la Chine sont demeurées bien en arrière, puisqu'on ne peut leur assigner quelques progrès appréciables et bien au-dessous de ceux de la Grèce que dans des temps bien postérieurs, et qui probablement ne remontent pas au-delà des premiers siècles de notre ère; que l'état scientifique de l'Égypte nous est encore inconnu avant l'empire grec-égyptien. D'où il suit que la prétention d'instituer la Chine, l'Inde et l'Égypte, précepteurs des débris des peuples échappés à un déluge partiel, est au moins contraire aux données historiques les plus positives et les mieux démontrées. Toutes ces thèses ont été sérieusement étudiées et établies dans l'*Histoire des sciences*, de MM. de Blainville et Maupied, et dans l'*Essai sur l'origine des principaux peuples anciens*, par nous. Nous renvoyons à ces deux ouvrages les personnes qui désireraient de plus amples renseignements. Tout concourt donc, et l'histoire des progrès de l'esprit humain, et les traditions historiques, monumentales et liturgiques des différents peuples, à prouver la certitude d'un déluge universel, tel que l'a raconté Moïse; en outre, tout bien considéré, le récit de Moïse, comparé aux traditions de tous les autres peuples, renferme d'abord tous les faits généraux sur lesquels ces mêmes traditions sont d'accord; en second lieu, il ne contient aucune des exagérations ni des circonstances fabuleuses que la couleur locale a pu ajouter postérieurement à la tradition primitive; enfin, tout dans son récit est logique, simple, naturel, et ne sort point des conditions nécessaires à la vraisemblance d'un pareil événement. Il faut donc en conclure que ce récit est la tradition pure et découlant de la source primitive, et qu'on ne peut le rejeter sans anéantir en même temps toutes les origines des peuples, et les principales bases sur lesquelles peuvent s'appuyer la critique et la logique de l'histoire, laquelle, pourtant, est proprement la science qui a pour garantie de sa vérité la nature de l'homme et la moralité des sociétés, se traduisant et se perpétuant par leurs traditions, leurs monuments et leurs religions. Il y a ici de tous autres fondements de certitude et de vérité que dans de simples conjectures géologiques. Le déluge est donc le fait historique le plus positif et le mieux démontré des temps primitifs, puisqu'il n'en est peut-être pas un autre qui ait réuni à un aussi haut degré le témoignage de tous les

peuples de la terre. Qu'importent maintenant les divergences et les erreurs accessoires introduites par chaque peuple en particulier, dans une tradition fondamentalement la même? Qu'importe même qu'il y ait eu ou non des déluges partiels et locaux, postérieurs à celui que tous les peuples proclament? ils ne servent qu'à confirmer le déluge universel, par la manière même dont ils sont racontés.

L'humanité tout entière, ce témoin irréfragable de sa propre existence, répond donc à toutes nos investigations, de la manière la plus absolue, que le déluge universel a changé son état sur toute la face de la terre, et confirme la certitude de la tradition mosaïque. En outre, toutes les objections contre les circonstances accessoires de ce grand cataclysme sont sans valeur; mais on en a fait quelques-unes encore contre les circonstances postérieures à la sortie de l'arche : ainsi, on a demandé comment les animaux sortis de l'arche purent retourner dans leurs climats respectifs? comment se conservèrent tous ces animaux après le déluge, toutes les productions de la terre et les autres animaux ayant été détruits par le déluge? enfin, comment furent préservés les végétaux, puisque Moïse ne dit point que Noé en eût conservé les semences dans l'arche? Nous avons donc à répondre à ces dernières objections.

Ire *objection. — Comment les animaux sortis de l'arche purent retourner dans leurs climats respectifs?* Il n'est pas prouvé que les climats fussent avant le déluge les mêmes qu'ils sont aujourd'hui. Le déluge même, et c'est la tradition de presque tous les peuples, put y apporter des modifications. Dès-lors les animaux purent gagner de proche en proche et avec le temps les climats qui convenaient à chacun d'eux. L'objection n'a de poids que pour les animaux de l'Amérique et ceux des îles diverses de l'Océan. Mais il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit que des mammifères et des oiseaux. Quant à l'Amérique, Buffon et plusieurs autres savants ont pensé, avec quelque raison, que le détroit de Behring n'avait pas toujours existé, et qu'un isthme lui ouvrait autrefois communication avec l'Asie. Buffon avait déjà constaté qu'il y avait la plus grande analogie entre les espèces animales du nord de l'Amérique et celles du nord de l'Asie. On peut, d'ailleurs, facilement concevoir qu'un tremblement de terre, une dislocation du sol ont pu dans un temps ou dans un autre former le bras de mer du détroit de Behring, lorsque les animaux de l'Amérique y étaient déjà passés. — La Nouvelle-Hollande et les îles de l'Océanie peuvent bien avoir été après le déluge, en communication avec l'Asie méridionale, la Cochinchine, la presqu'île de Malaca, etc., puis en avoir été séparées par des dislocations du sol qui auraient soulevé des montagnes et abaissé un nouveau lit aux mers qui séparent maintenant ces pays et ces îles

Ces changements par dislocations sont regardés par tous les géologues comme ayant joué un grand rôle dans la conformation actuelle de nos continents. Pourquoi n'auraient-ils pas eu lieu pour les îles de l'Océanie et pour toutes les autres îles peuplées d'animaux ? D'abord, puisqu'il y a des animaux, on est bien obligé d'admettre qu'elles ne sont devenues îles qu'après avoir été peuplées, à moins qu'elles ne datent de la création du monde, ce qui peut être pour plusieurs, mais ce qui serait difficile à prouver pour un grand nombre. Il faut de toute nécessité admettre que la plupart de ces îles ont été séparées de la terre ferme après en avoir reçu leur population animale ; car les créations spontanées sont insoutenables de tout point. Mais sur quoi fondés soutiendrait-on qu'elles ont été entourées par la mer avant le déluge plutôt qu'après ? On peut encore accepter que certains animaux, en petit nombre il est vrai, ont pu être transportés dans certaines îles soit par les hommes, soit en voguant sur des glaçons, ainsi que le font les ours blancs, au rapport de nos navigateurs et de nos marins. Enfin, l'universalité du déluge, telle qu'elle est rigoureusement enseignée par Moïse, ne s'oppose pas à ce que certains points de la terre peuplés d'animaux, mais non d'hommes, aient pu échapper à l'inondation universelle. Nous allons revenir sur ce sujet.

IIe *objection. — Comment se conservèrent tous les animaux après le déluge, toutes les productions de la terre et les autres animaux ayant été détruits ?* D'après le genre de nourriture, les animaux se divisent en carnassiers et en herbivores. Parmi les carnassiers, les uns sont insectivores, les autres se nourrissent de proies ou vivantes ou mortes, et comprennent les plantigrades et les digitigrades. Pour les insectivores, il n'y a pas de difficultés, puisque nous avons prouvé que les insectes avaient pu échapper en grand nombre au ravage du déluge, sans même être conservés dans l'arche. Les plantigrades sont en partie omnivores, en partie carnassiers, et plusieurs, comme les ours blancs, vivent volontiers de poisson. Ils ont donc pu se nourrir soit de végétaux, soit des restes d'animaux que les eaux avaient laissés sur la terre, ou enveloppés d'un sable et d'un limon peu profond, soit de poisson. Les digitigrades renferment la grande famille des chats, celle des chiens et les hyènes. La famille des chats, qui comprend les lions, les tigres, les panthères, etc., est très-friande de poisson et même de coquillages, puisque les lions d'Algérie s'en vont le long des rivages de la mer pour y chercher des mollusques. La famille des chats a donc pu se nourrir de poisson, de coquillages et même aussi des cadavres laissés par les eaux du déluge, au moins dans les premiers temps. Les chiens, comme le loup, le chacal, le renard, vivent de chair morte quand ils n'en ont pas de vivante, le cha-

cal même paraît préférer les cadavres; les chiens mangent aussi des végétaux. Les hyènes recherchent les cadavres de préférence aux proies vivantes. Tous les animaux carnassiers ont donc pu vivre d'abord, pendant quelque temps, des cadavres laissés par les eaux et conservés plus ou moins longtemps dans le sable et le limon; en second lieu, de poissons, de coquillages, plusieurs même de reptiles qui, comme nous l'avons vu, ont pu échapper au déluge. Enfin, plusieurs ont pu y mêler des insectes, des fruits et divers végétaux laissés par les eaux, soit sur le sol, soit dans le sable et le limon. Ce que nous disons des mammifères carnassiers s'applique tout aussi bien aux oiseaux de proie.—La difficulté de la nourriture des herbivores sera résolue par la réponse à l'objection suivante.

IIIe *objection.— Comment furent préservés les végétaux, puisque Moïse ne dit point que Noé en eût conservé les semences dans l'arche?* D'abord, il est faux que Noé n'eût point conservé des semences dans l'arche, puisqu'il prit de toute sorte de nourritures; mais d'ailleurs cela n'était pas nécessaire. Les eaux du déluge ne séjournèrent que quatre ou cinq mois sur les montagnes et environ un an sur les plaines et les vallées. Un aussi court séjour des eaux n'a pu détruire complétement les végétaux. Pour les grands arbres, le tremblement de terre d'Ahmenabad, aux bouches de l'Indus, nous prouve qu'ils ont pu être conservés. Ce tremblement de terre, arrivé en 1819, abaissa sous les eaux de la mer le fort de Sindrée et tout le pays environnant, sur une étendue d'environ douze lieues de longueur sur sept de largeur. En 1828, c'est-à-dire neuf ans après l'événement, le capitaine Burnes, visitant ces lieux dans une chaloupe, vit les poissons circuler parmi les arbres restés debout. En dehors même de ce fait, on conçoit très-naturellement qu'un grand nombre d'arbres ont pu résister aux eaux du déluge. Les plantes plus petites et les graminées ont dû être couvertes par les sables et les limons déposés par l'inondation, mais qui ne sait que les alluvions de nos fleuves, de nos torrents se recouvrent au printemps d'une abondante végétation? Les alluvions bien plus considérables du Mississipi et des grands fleuves d'Amérique se couvrent en moins de trois ans d'une végétation puissante. Les eaux du déluge purent bien faire des dépôts considérables, mais non les mêmes pour tous les lieux; ainsi le sommet des montagnes, le penchant des collines, qui furent les premiers découverts, et sur lesquels les dépôts ne purent être que faibles, virent leur végétation se développer avec une puissance d'autant plus grande que ce sol venait d'être fécondé par les eaux. Bien des graines purent y être déposées, y germer et y croître rapidement. Les plaines et les vallées plus chargées de sable et de limon, éprouvèrent sans doute plus d'obstacles à

la conservation de leurs végétaux. Mais d'abord un grand nombre de plantes purent conserver au moins leurs racines ou leurs graines sous les sables et le limon, et à mesure que les eaux se retiraient, ces racines et ces graines tendaient à percer à l'air, ainsi que nous le voyons arriver sur les alluvions de nos fleuves, etc. En second lieu, des graines et même des végétaux pouvaient être laissés par les eaux à mesure qu'elles se retiraient; les plantes des collines purent aussi s'étendre de proche en proche, sinon la première année, au moins les années suivantes. Enfin, un grand nombre d'arbrisseaux purent être en partie ensablés et pourtant demeurer fixés au sol, et, en partie découverts, continuer à végéter aussitôt après le retrait des eaux. Que toutes ces choses ne se soient pas ainsi passées sur tous les points du sol, c'est très-probable; mais il est impossible de nier qu'elles aient pu se réaliser pour un grand nombre de lieux, et cela suffit pour conserver les végétaux et fournir la nourriture aux herbivores. Tous ces phénomènes sont d'autant plus probables que le déluge finit vers le printemps, alors que la végétation est plus active. Une inondation aussi courte que celle du déluge ne put faire périr tous les végétaux; il n'est pas nécessaire de s'étendre ici sur la puissance prolifique des graines que tout le monde sait être considérable, ni sur les propriétés vivaces des plantes, des racines, des tiges, etc. Le flux et le reflux des mers qui dépose deux fois par jour sur beaucoup de côtes des sables, des marnes, ne suffit pas depuis des siècles pour y détruire toute végétation. Les eaux du déluge n'occupèrent pas plus de six mois une partie de la terre, leurs dépôts ne purent être assez considérables sur tous les points pour y faire périr tous les végétaux; et de plus les graines surnagent et sont le plus souvent déposées à la surface du sol. Toutes ces considérations sont simples, naturelles et réunies, elles suffisent bien pour résoudre l'objection. Nous ne nous arrêterons donc pas à rappeler une foule d'autres raisons qu'on pourrait accumuler, mais qui seraient oiseuses. Si maintenant nous voulons résumer synthétiquement toutes les conclusions auxquelles nous sommes arrivés, voici où nous sommes conduits en traduisant le langage de Moïse dans notre langage actuel. Le déluge fut une grande destruction qui changea l'état du genre humain sur la terre. Notre espèce, menacée d'un anéantissement complet par suite de la corruption générale et profonde, fut châtiée par son créateur qui la purifia et la renouvela par un fléau qui devait éternellement servir de leçon à tous les peuples. Un homme juste et riche fut choisi de Dieu pour être le père du monde futur; il fit construire dans l'espace de cent ans un immense vaisseau qui pouvait contenir un nombre d'espèces animales beaucoup plus considérable qu'il n'y en a de CERTAINEMENT con-

nues, avec leur nourriture. La forme de ce vaisseau, ses dispositions intérieures lui facilitèrent à lui et à sa famille, composée de huit personnes, les soins à donner à ces animaux pendant un an. Lorsqu'il fut entré dans ce vaisseau avec tous les animaux qu'il devait conserver et qui étaient pris parmi les mammifères et les oiseaux, des dislocations du sol soulevèrent au loin le bassin des mers, dont les eaux accompagnées de pluies torrentielles se précipitèrent sur la terre habitée. Le vaisseau du salut fut soulevé par les flots et porté au-dessus des montagnes de l'Ararat; à l'eau que tirait cet immense vaisseau, Noé put juger que les eaux s'élevèrent d'environ quinze coudées au-dessus des plus hautes montagnes. Averti de prendre toutes sortes de nourriture, il avait introduit dans son vaisseau des fourrages, des grains, des animaux herbivores en plus grand nombre pour nourrir les carnassiers, dont il n'y avait que deux individus de chaque espèce. Au bout de cinq mois de nouvelles dislocations du sol, accompagnées de grands vents, commencèrent à faire rentrer les eaux dans leurs lits. En se retirant de dessus les montagnes et les collines, elles ne laissèrent que peu de limon, et la végétation recommença à s'y développer avec la même puissance qu'en Égypte après les inondations du Nil, ou qu'en Amérique sur les grandes alluvions de ses fleuves. Les eaux, en se retirant des plaines et des vallées, y déposèrent des sables, des limons mêlés de graines, de racines, d'arbrisseaux qui recommencèrent à végéter aussitôt avec d'autant plus de force que la terre avait été fécondée par l'inondation. — Quand Noé vit que les eaux commençaient à diminuer sur la terre, il fit sortir un corbeau, qui resta sans doute à se nourrir de vers ou de cadavres qu'il trouva abandonnés par les eaux. Quelques jours après, il fit sortir une colombe, qui, ayant trouvé la terre encore trop humide, revint fatiguée vers l'arche où elle avait été nourrie pendant un an. Après quelques jours, Noé fit de nouveau sortir la colombe; elle demeura tout le jour dehors, mangea des baies d'olivier, et en mâcha quelques feuilles, et le soir, en revenant vers sa retraite habituée pour reposer, elle avait au bec des débris de feuilles d'olivier mâchées que Noé prit pour un présage d'heureux augure. Il renvoya de nouveau son oiseau chéri, qui cette fois ne revint plus, et il en conclut que la terre était assez sèche pour lui permettre de sortir bientôt de l'arche. Enfin, au bout d'un an, Noé mit le pied sur la terre avec tous les animaux. Il en offrit quelques-uns en holocauste au Seigneur, et les autres se dispersèrent. Les carnassiers trouvèrent d'abord des cadavres nombreux laissés par les eaux et ensevelis dans les sables; d'autres se dirigèrent le long des rivages, des lacs, des fleuves, des mers, pour y chercher du poisson, des coquillages; les autres trouvèrent des in-

sectes, des reptiles, qui reparaissaient sur la terre avec la sérénité du ciel. Les herbivores trouvèrent une végétation qui les attendait; et Noé sema des graines, cultiva la vigne, et les choses reprirent leur cours. Cependant la famille de Noé s'étant prodigieusement multipliée tout en conservant le terrible souvenir du déluge, dont elle célébrait la triste mémoire chaque année dans des fêtes qui en rappelaient les principales circonstances, songea à se disperser sur la terre. Ses trois fils sont la source de tous les peuples qui habitent actuellement la terre. Aussi tous les peuples ont conservé la tradition de ce grand événement dans leurs annales, leur culte, leur langue, leurs coutumes et leurs monuments. Et ainsi il a été prouvé que toute la terre habitée par les hommes avait été ravagée par le déluge. Depuis, beaucoup d'îles déjà peuplées d'animaux et peut-être même d'hommes, ont été séparées des continents par de nouvelles dislocations partielles du sol. Enfin, une science née dans ces derniers jours, la géologie, étudiant la surface de la terre, a rencontré, après environ quatre ou cinq mille ans, des sables, des graviers, de gros blocs de pierre, un grand nombre d'ossements d'animaux qu'elle croit, avec assez de raison, être des traces presqu'universelles du grand déluge, que tous les peuples de la terre racontent comme Moïse. Certaines voix sceptiques se sont élevées çà et là pour douter de cet événement; mais quelle autorité peuvent-elles avoir en présence du concert universel de toutes les traditions; vainement appellent-elles la science à leur secours pour étayer leurs doutes, ici comme en tout le reste, la science, dans les langes de son enfance, bégaie tout ce qu'on veut lui faire dire; mais dès qu'elle commence à prendre des forces, elle vient d'elle-même se ranger sous les drapeaux de la vérité; et aussitôt qu'elle a pu prononcer des paroles sérieuses, elles se sont montrées d'accord avec les traditions des peuples. — Dans tous les cas, quand la géologie aura étudié à fond l'Europe, l'Asie, l'Amérique et les îles de l'Océan, qu'elle en aura comparé les terrains divers, elle pourra alors se prononcer avec quelque assurance sur leur genèse générale, et nous dire peut-être aussi de grandes vérités sur le fait du déluge universel. En attendant, nous concluons que même au point de vue rationnel, et sans sortir du terrain de nos adversaires, le déluge est une vérité historique suffisamment démontrée sur tous les points, et cela sans faire aucune concession et en prenant le texte de Moïse dans son sens le plus généralement admis. Cependant, avec cette surabondance de raison, le point dogmatique rigoureux nous fournit de quoi repousser toutes les attaques venues et à venir, sans blesser en rien la foi, et sans même faire de concessions sur l'interprétation du texte sacré, dont les termes nous laissent une grande

latitude. — En effet, l'universalité du déluge a été diversement comprise. Il est bien vrai que la plupart des interprètes catholiques ont entendu, par l'universalité, que tous les points du globe avaient été couverts par les eaux et que tous les animaux et les oiseaux avaient péri sur toute la surface de la terre. Cependant, Vossius, Deluc et la plupart des critiques protestants d'Allemagne ont défendu la non-universalité du déluge. Il paraît que le fameux Père Mersenne n'était pas éloigné de cette opinion. L'Église n'a jamais condamné ce sentiment. On pensa à le flétrir quand Mabillon se trouvait à Rome ; et ce savant religieux ayant été admis dans la congrégation établie pour en juger, empêcha de le noter d'aucune censure. Cette opinion est donc demeurée libre, et nous ne devons point être plus sévère que l'Église ; mais il faut sur cette question bien fixer le sens du texte. Le texte de la traduction latine peut prêter à l'équivoque ; il en est autrement du texte hébreu que nous avons suivi dans tout ce travail, et que nous allons exposer sur la question actuelle.— Au chapitre VI de la *Genèse*, verset 7, nous lisons : « Je vais exterminer de la face de la terre les hommes que j'ai créés ; tous, hommes et animaux, reptiles et oiseaux du ciel. » Or, quand il est question, dans l'Écriture, de la terre en même temps que de l'homme, c'est le plus souvent la terre habitée par les hommes qu'il faut entendre. Il y a deux mots hébreux pour désigner la terre, *adama*, qui signifie plus particulièrement la terre cultivée, habitée ; une région, un pays, et *haretz*, qui signifie plus spécialement la terre en général, mais aussi un pays, une région particulière. Ces deux mots sont du reste employés indifféremment l'un pour l'autre ; mais nous allons voir que leur sens va être déterminé par le contexte, dans tout le récit du déluge. Dans le verset présent, c'est le mot *adama* qui est employé : « Je vais exterminer de la terre habitée, etc. » Nous avons vu en outre qu'il fallait comprendre parmi les *reptiles* les petits mammifères, et entendre par les animaux dont il est ici mention, ceux qui sont les plus rapprochés de l'homme, qui vivent pour ainsi dire avec lui, sur le même sol. Nous pourrions justifier ces sens par une foule de textes. — Vers. 11. « Alors la terre était corrompue aux yeux de Dieu, et entièrement livrée à l'injustice et à la violence. » Le mot *haretz* est employé ici ; mais il est évident que dans ce texte il ne s'agit pas de la terre, qui ne peut être corrompue, ni injuste, ni violente, mais bien de ses habitants : c'est ici le contenant pour le contenu, comme nous dirions le monde, l'univers est corrompu, en parlant du genre humain. — Vers. 12. « Dieu voyant la terre dans cet état de corruption, car toute *créature* avait corrompu sa voie sur la terre, vers. 13e, dit à Noé : « La fin de toute chair a été arrêtée à mes yeux, parce que la terre est remplie de l'injustice de ses habitants,

et je suis prêt à les détruire. » Le mot *haretz* est encore employé dans le 12e verset, pour signifier ses habitants, et, dans le 13e, la terre habitée; le contexte seul le prouve. Le mot *toute créature*, en hébreu *basar* (chair), désigne le plus souvent les hommes, et dans le verset 12 il ne peut signifier autre chose, car l'homme seul pouvait corrompre ses voies; par conséquent ces mots du 12e verset: *la fin de toute chair* (basar), veulent dire tous les hommes, en preuve, c'est que la fin du verset ajoute : « *parce que* la terre est remplie de l'injustice de ses habitants, » qui ne peuvent être que les hommes, *et Dieu va les détruire*. — Vers. 17. « Pour moi, je vais amener le déluge des eaux sur la terre, pour détruire *toute créature douée d'un souffle des vies* qui se trouve sous les cieux, et tout périra sur la terre. » Le déluge est envoyé pour détruire *toute créature douée d'un souffle des vies*. Or, nous avons vu que ces expressions désignaient toujours l'homme; c'est donc sur la terre où habite l'homme que sera amené le déluge, et tout y périra. — Ch. VII, v. 1 : « Tu prendras de même sept paires mâles et femelles des oiseaux du ciel, pour en conserver la race sur toute la terre. » Les animaux et les oiseaux conservés dans l'arche pouvaient n'habiter alors que le pays des hommes, et leur race eût été perdue s'ils n'eussent été conservés. De l'arche ils se sont répandus partout. En outre, les expressions *toute la terre* signifient souvent, dans l'Écriture, le pays d'un peuple, d'une nation, le pays habité par les hommes. — Vers. 4 : « Et je détruirai tout être que j'ai fait de dessus la face de la terre; *adama*, terre habitée, cultivée. » — Vers. 21 : « Et périt toute créature se mouvant sur la terre : oiseaux, animaux domestiques, bêtes sauvages, et tous les petits animaux qui se meuvent près de la terre, et tous les hommes. Nous l'avons déjà dit, il ne s'agit ici que des mammifères, grands et petits, des oiseaux et des hommes. Le verset 22 va reprendre la fin du précédent en d'autres termes pour mieux exprimer qu'il s'agit des hommes, suivant le style de l'Écriture : « Tout ce qui respirait et avait un souffle de vie sur la terre ferme mourut. » Les termes hébreux *col ascher nischemat rouah haiim be apav* se rapportent plus spécialement à l'homme. Le verset 23 répète les deux précédents. — Il n'y a plus que le verset 19 du VIIe chapitre qui puisse être invoqué en faveur de l'universalité absolue : « Les eaux s'étaient si prodigieusement accrues, que les plus hautes montagnes du vaste horizon en furent couvertes. » Or, cette traduction, qui est celle du savant abbé Glaire, nous paraît la plus littérale; en effet, il y a de mot à mot en hébreu : *les plus hautes montagnes qui sont sous le ciel*, ce qui ne peut évidemment s'entendre que de l'horizon, qui est souvent ainsi exprimé dans la langue sacrée. — Nous avons cité tous

les textes que l'on peut apporter pour prouver l'universalité du déluge, on a pu se convaincre qu'aucun d'eux n'indique une universalité absolue ; tous, au contraire, ont pour but l'homme, le pays habité par l'homme et les animaux qui s'y trouvaient. Mais, dira-t-on, en restreignant ainsi cette universalité du déluge, on peut supposer aussi que le seul pays habité par Noé et son peuple en fut la victime ; et dès-lors d'autres branches de l'humanité purent échapper au désastre. Le texte est formel pour ce qui concerne l'humanité : elle est toute coupable et corrompue ; c'est contre elle et à cause d'elle que le déluge est envoyé ; les expressions appliquées à l'homme dans le récit sont toujours générales et souvent les mêmes dont l'écrivain s'est servi pour la création de l'homme. En outre, les chapitres x et xi montrent toutes les nations de la terre, même celles qui habitent dans les pays les plus éloignés, sortant des enfants de Noé. Tous les hommes sans exception ont donc péri, sauf la famille de Noé. De cette discussion nous pouvons conclure que l'universalité du déluge n'est point présentée comme absolue par Moïse, mais seulement comme relative à l'espèce humaine. Voilà ce qu'il y a de rigoureux dans le texte, et rien de plus. Dès-lors nous pouvons admettre que l'Asie, par exemple, était seule habitée par l'espèce humaine ; qu'elle pouvait être, à cette époque, entourée de mers de toutes parts, et que des dislocations du sol suivant une grande étendue, soulevèrent les mers et firent périr tous les hommes et tous les animaux qui vivaient dans ce même pays, tandis que les animaux qui vivaient sur les autres points de la terre échappèrent au déluge, qui n'était point envoyé contre eux. Or, comme nous avons prouvé qu'il n'était question que des mammifères et des oiseaux pour les sauver dans l'arche, toutes les difficultés du nombre des espèces et de leur nourriture, etc., tombent d'elles-mêmes, aussi bien que la plupart des autres difficultés, contre les circonstances secondaires du grand cataclysme qui fit périr toute notre espèce, et dont le souvenir dut, par conséquent, se conserver dans les traditions de tous les peuples ; et ces traditions, en effet, portent, comme le texte de Moïse, plus particulièrement sur la destruction totale de l'humanité. — En finissant ce chapitre, nous devons faire observer que nous n'avions pas besoin de cette réponse pour défendre la tradition ; nous la donnons comme surabondance de preuves, afin de montrer que, sous quelque côté qu'on l'envisage, le texte sacré est inattaquable.

Notre tâche est finie vis-à-vis du rationalisme et de l'incrédulité ; nous sommes descendus sur le terrain des adversaires de la religion ; nous avons accepté les armes de leur choix. Nous laissons à juger

à tout lecteur de bonne foi de quel côté est la logique, le bon sens et la raison; pour nous, nous croyons avoir acquis le droit de revenir sur nos réserves, et de donner la preuve du déluge la plus forte et la plus convaincante pour tout esprit assez élevé et assez puissant pour la comprendre. La religion est la loi sociale de l'humanité, et n'a pu lui être donnée que par son créateur. Par conséquent, il n'y a qu'une seule religion véritable. Le judaïsme et le Christianisme sont, au fond, une seule et même religion, à divers états de développements opérés par Dieu lui-même, suivant les besoins et la capacité de l'humanité. Le judaïsme est la prophétie et la figure, c'est la préparation; le Christianisme est l'accomplissement et la réalité, c'est la perfection. L'un et l'autre sont d'origine révélée et divine; leurs preuves sont les mêmes, seulement elles sont fortifiées par le Christianisme, qui renferme la démonstration complète de la révélation divine. Cette grande vérité, devenue sociale, est désormais au-dessus de toutes les attaques des esprits sceptiques; il faut nécessairement s'y soumettre ou nier la nature humaine et son caractère social, le plus sublime de tous. La religion est divine, son enseignement est donc divin et son autorité infaillible. Ce n'est pas par quelques points isolés de sa doctrine qu'il faut l'attaquer; car, en les séparant du tout, on les dénature, on se fabrique une chimère au gré des caprices de son imagination, et l'attaque ne s'adresse plus qu'à ce fantôme, mais non à la réalité. Chaque vérité de l'enseignement catholique fait partie d'un harmonieux ensemble, dont les unes sont principes et les autres conséquences. C'est dans cet ensemble qu'il faut considérer ces vérités pour en sentir et en juger la valeur. C'est ainsi qu'il faut considérer le grand fait du déluge universel; c'est un fait moral et religieux beaucoup plus encore que physique. L'inspiration divine de son historien est solidement prouvée. Le récit du déluge ne peut donc être révoqué en doute, pas plus que la création du monde, pas plus que tout ce que Dieu a fait en ce monde pour l'humanité; car ce sont autant de vérités du même ordre. Le déluge est un événement miraculeux, accompli par la puissance de Dieu, comme la création du monde. La même puissance divine, qui a créé, peut tout aussi bien châtier la créature coupable qui manque à son but et qui outrage son créateur; elle peut tout aussi bien conserver une famille et le nombre d'animaux suffisant pour perpétuer l'œuvre de sa création; elle a pu fournir les moyens de construire l'arche, de rassembler les animaux, de les nourrir pendant un an. Elle a bien su d'où faire venir des eaux suffisantes pour inonder la terre, puisqu'à l'origine sa parole fit apparaître la terre, qui était tout emmaillottée d'eaux, pour nous servir

de l'expression d'un Père; la même parole qui avait rassemblé les eaux dans un seul lieu et leur avait posé des limites en disant aux flots : Vous viendrez vous briser au rivage et vous n'irez pas plus loin, a bien su faire rentrer les mers dans leur lit après le déluge. Enfin, la même parole qui avait dit au commencement aux hommes et aux animaux : Croissez et multipliez-vous, a répété le même commandement après le déluge, et il a été tout aussi efficace. — Pour oser nier toutes ces vérités, il faut nier d'abord que Dieu s'occupe de ce monde; il faut nier sa puissance et ses infinies perfections, il faut nier Dieu. D'ailleurs, le déluge est un événement dont nous avons encore les preuves en main, de quelque façon qu'il soit arrivé, et quelque incompréhensible qu'il paraisse. D'où il résulte une grande vérité, que nous prions le lecteur de bien retenir : c'est qu'il y a, dans la nature et dans la sainte Écriture, des choses inconcevables à l'esprit humain, et qui ne laissent pas d'être certaines et démontrées.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TROISIÈME VOLUME.

Pages.

Dédicace. v

Avertissement vii

La cosmogonie mosaïque dans ses rapports avec la géologie et avec l'histoire critique de cette science. 1

Ire LEÇON. La géologie en général, définitions et nomenclature. 1

Géognosie, tableau des principales roches, leurs noms et caractères. 8

Groupes de roches; formations aqueuses, ignées, mixtes. . . 19

Fossiles, ce que c'est 20

Terrains. — Terrain moderne. 22

Terrain tertiaire. 29

II. — *Géognosie*, terrain secondaire. 34

Terrains primaires (intermédiaires, de transition). 46

Sol de la création, ou terrain primitif. 52

Tableau synoptique et général de la géognosie naturelle. . . 58

III — Géognosie; conclusions des faits précédents. 60

Causes des phénomènes géologiques. — Causes physiques et météorologiques. 63

Causes physiologiques, végétaux, animaux. 66

Causes aqueuses. 68

Causes ignées. 71

Conséquences théoriques des faits précédents. 72

IV. — Histoire de la géologie. 79

Ire époque, géologie avant Aristoté. 81

IIe époque, depuis Aristote, jusqu'à Buffon. 87

V. — Histoire de la géologie. — IIIe époque, Buffon 103

VI. — Histoire de la géologie. — Pallas.. 131

Dolomieu, De Saussure, Deluc. 146

Werner. 154

De Lamétherie. 158

De Lamarck.. 181

VIII. — Histoire de la géologie. Cuvier. 185

M. Brongniart. 190

M. Elie de Beaumont. 192

William Buckland et Chalmers. 198

Conclusions des faits historiques et géologiques précédents. . 203

IX. — Histoire de la géologie. — M. Constant Prévost. 209

M. De Buch, MM. Boué, De Beaumont, Du Frenoy, etc. . . . 220

M. De Blainville. 224

Pages.

X. LEÇON. Histoire de la géologie paléontologique. M. De Blainville. . . 239

Histoire des faits et des agents géologiques. 282

Art. I. Action générale de la cause aqueuse. 282

Art. II. Nature des produits de la cause aqueuse. 289

Art. III. Des variations dans la quantité des produits de la cause aqueuse. Conséquence de ce fait contre les calculs de quelques écrivains sur les atterrissements des fleuves et sur l'âge absolu du globe. 297

XII. — *Art.* IV. Des variations dans la qualité des produits de la cause aqueuse ; origine des alternances, réfutation de l'hypothèse de Georges Cuvier. 300

Art. V. Passages, formes, disposition, structure, circonscription des produits de la cause aqueuse. 311

Art. VI. Des fossiles, ce que c'est, leur état. 315

Conditions de la fossilisation ; que c'est un phénomène des temps actuels. 317

Importance de leur étude. 319

Et des circonstances de leur gisement. 320

Réfutation de la théorie de Georges Cuvier par le gisement des fossiles. 321

XIII. — I. Cavernes à ossements. 339

II. Éléphants de la Sibérie. 345

III. Végétaux des houillères. 350

IV. Des couches à poissons. 359

XIV. — *Art.* VII. Le transport donne seul la raison des proportions numériques, et des rapports de mœurs et d'habitude qui existent entre les êtres fossiles et les êtres vivants. 366

I. Végétaux. 367

II. Animaux. — I. Hexapodes et octopodes. 369

II. Reptiles et amphibiens. 372

III. Mammifères. 374

IV. L'espèce humaine, gisement des fossiles humains. . . . 380

— *Art.* VIII. A aucune époque, les êtres n'ont été totalement détruits, et la vie n'a jamais été interrompue sur la terre depuis qu'elle y existe. 390

I. Végétaux. 394

II. Animaux. 398

Résumé et conclusions de l'histoire des causes aqueuses. . . 411

XVI. — Causes ignées anciennes et actuelles, volcans, tremblements de terre, etc. . . . .

Métamorphisme. 414

XVII. — Y a-t-il un feu central, etc.? montagnes primitives, sol de la création. 433

XVIII. — Des volcans, leur siége et leurs causes, montagnes primitives, négation du feu central. 461

Résumé des lois générales et des lois spéciales de la création, servant de guide à la vraie théorie de la terre. 471